



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Título de la tesis

“Eficiencia coadyuvante de *Manihot esculenta* para la remoción de la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu – La Banda de Shilcayo, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL

**AUTOR(ES):**

Bach. Dávila Flores Milagros (ORCID 0000-0003-3085-8748)

Bach. Saavedra García Nedith (ORCID0000-0002-0335-7465)

**ASESOR(A):**

Mg. Mendoza López Karla Luz (ORCID 0000-0003-4041-7890)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**TARAPOTO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

*A Dios por darme la vida y ser mi roca fuerte todo el tiempo, a mí Madre María Cleofe Flores Salas, por su inmensurable amor, por las oraciones diarias que a lo largo de mi vida me protegen y me llenan de bendición, a mis hermanos Mónica y Jerzy, por acompañarme en esta larga travesía.*

**Milagros Dávila Flores**

*A Dios por permitirme culminar exitosamente mi carrera profesional, por los momentos difíciles que me han permitido valorar cada día como único.*

*A mis padres Ezequiel Saavedra Garate y Ángela García Gonzales por haberme dado la vida, a mi hermana Lloysi y mi prima Milagros, por estar a mi lado, apoyándome en todo momento.*

*A Sergio Villacorta Amasifuén y a mi hija Emily Zuleika Villacorta Saavedra por su amor infinito, los cuales me llenan de felicidad, por ser mi motivación para concluir este proyecto.*

**Nedith Saavedra García**

## **Agradecimiento**

Expresamos nuestra gratitud a Dios por darnos la fortaleza, sabiduría y valor para culminar este proyecto y por protegernos en todo momento.

A nuestros padres por su apoyo incondicional, con sus buenos deseos, orientándonos a ser profesionales competentes, asumiendo las diferentes situaciones que se puedan presentar.

A la Universidad Cesar Vallejo que, a través de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, nos permitirá cumplir con el objetivo trazado.

A la Ing. Karla Mendoza López por su valiosa guía y asesoramiento, así como al Biólogo Henry Jave Concepción por todo el conocimiento y guía brindado para la realización de este trabajo de investigación.

A todas las personas que nos apoyaron en la realización del presente proyecto de tesis; que, a través de su comprensión, palabras de aliento y la confianza depositada, motivándonos a ser mejores personas.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.1.1. Tipo de investigación.....	19
3.1.2. Diseño de investigación.....	19
3.2. Variables.....	20
3.2.1. Independiente.....	20
3.2.2. Dependiente.....	20
3.2.3. Operacionalización de variables.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.3.1. Población.....	23
3.3.2. Muestra.....	23
3.3.3. Muestreo.....	23
3.4. Técnicas de recolección de datos y validación de instrumentos.....	24
3.4.1. Técnicas.....	24
3.4.2. Instrumentos.....	24
3.5. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	24
3.5.1. Validez de los Instrumentos.....	24
3.5.2. Confiabilidad de los Instrumentos.....	24
3.6. Procedimiento.....	24
3.6.1. Primera etapa: Etapa de gabinete inicial.....	24
3.6.2. Segunda etapa: Etapa de campo y laboratorio.....	28
3.6.3. Tercera etapa: Etapa de laboratorio y ensayo.....	30
3.6.4. Cuarta etapa: Etapa de gabinete final.....	31
3.6.5. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos.....	33
VI. RESULTADOS.....	34
4.1. Turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu antes y post tratamiento... 34	34
4.2. Dosis optima del almidón de <i>Manihot esculenta</i> como coadyuvante.....	35
4.3. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.....	36
4.4. Eficiencia de <i>Manihot esculenta</i> como coadyuvante.....	42
VII. DISCUSIÓN.....	44
VIII. CONCLUSIONES.....	48
IX. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
ANEXOS.....	55

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Definición operativa de variables. ....	22
<b>Tabla 2</b> Punto de muestreo y su ubicación geográfica.....	28
<b>Tabla 3</b> Dosis del coagulante y coadyuvante a ensayar. ....	31
<b>Tabla 4</b> <i>Dosis optima de <math>Al_2(SO_4)_3</math> como coagulante y almidón como coadyuvante</i> .....	35
<b>Tabla 5</b> <i>Eficiencia en el tratamiento de la turbiedad con <math>Al_2(SO_4)_3</math> y almidón.</i> ....	42
<b>Tabla 6</b> ANOVA de la variable turbiedad con aplicación de $Al_2(SO_4)_3$ y almidón. ....	43

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Esquemática del diseño experimental. ....	20
<b>Figura 2.</b> Mapa de ubicación de captación y planta de tratamiento EMAPA S.A. ....	26
<b>Figura 3.</b> Mapa del recorrido de la línea de conducción Ahuashiyacu. ....	27
<b>Figura 4.</b> Esquema del test de jarras.....	31
<b>Figura 5.</b> Turbiedad en agua de consumo humano con almidón como coadyuvante. ....	34
<b>Figura 6.</b> pH en agua de consumo humano con almidón como coadyuvante.....	36
<b>Figura 7.</b> Color en agua de consumo humano con almidón como coadyuvante.....	37
<b>Figura 8.</b> Conductividad con almidón de yuca como coadyuvante. ....	38
<b>Figura 9.</b> Aluminio en agua de consumo humano con almidón como coadyuvante.....	39
<b>Figura 10.</b> C. totales en agua de consumo humano con almidón como coadyuvante. ....	40
<b>Figura 11.</b> Coliformes termotolerantes con de almidón como coadyuvante.....	41
<b>Figura 12.</b> Gráfica de perfil de la variable turbiedad y tipo de tratamiento. ....	43

## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de *Manihot esculenta* como coadyuvante para remover la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu, la investigación es de tipo exploratoria y de enfoque cuantitativo, la metodología consistió en aplicar el almidón de *M. esculenta* como coadyuvante a una muestra de agua tomada en la entrada de la planta de tratamiento de EMAPA S.A. y comparar la turbiedad antes y después del tratamiento; los resultados de cada uno de los diferentes parámetros para el agua cruda (A) y después del tratamiento con sulfato de aluminio al 1% a una concentración de 40 mg/L y un volumen de 8.0 mL como coagulante (B) y sulfato de aluminio más almidón al 3% a una concentración de 51.944 mg/L y un volumen de 3.4 mL como coadyuvante (C) fueron: parámetros físicos; Turbiedad: 75.50 (A), 7.50 (B) y 4.02 (C) UNT, pH: 7.83 (A), 7.09 (B) y 6.87 (C); color: 98.00 (A), 50.00 (B) y 13.00 (C) UCV y conductividad: 100.50 (A), 108.00 (B) y 120.50 (C)  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; los parámetros químicos fueron Aluminio 0.148 (A), 0.20 (B) y 0.12 (C) mg/L y los parámetros microbiológicos fueron; Coliformes Totales 920.00 (A), 4.50 (B) y 6.80 (C) NPM/100mL respectivamente; lo que representaría una eficiencia del sulfato de aluminio más almidón como coadyuvante del 94.675 %, concluyéndose que la aplicación del sulfato de aluminio como coagulante y almidón como coadyuvante es eficiente para tratar la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu. Lo que permitiría aceptar a la Hipótesis nula ( $H_0$ ) y rechazar a la Hipótesis alterna ( $H_1$ ).

**Palabras clave:** Eficiencia, turbiedad, coadyuvante y agua.

## Abstract

The present work aimed to evaluate the efficiency of *Manihot esculenta* as an adjuvant to remove the turbidity of the water from the Ahuashiyacu stream, the research is exploratory and quantitative approach, the methodology consisted of applying the starch of *M. esculenta* as an adjuvant to a water sample taken at the entrance to the EMAPA SA treatment plant and compare the turbidity before and after the treatment; the results of each of the different parameters for raw water (A) and after treatment with 1% aluminum sulfate at a concentration of 40 mg / L and a volume of 8.0 mL as coagulant (B) and aluminum sulfate plus 3% starch at a concentration of 51.944 mg / L and a volume of 3.4 mL as adjuvant (C) were: physical parameters; Turbidity: 75.50 (A), 7.50 (B) and 4.02 (C) UNT, pH: 7.83 (A), 7.09 (B) and 6.87 (C); color: 98.00 (A), 50.00 (B) and 13.00 (C) UCV and conductivity: 100.50 (A), 108.00 (B) and 120.50 (C)  $\mu\text{S} / \text{cm}$ ; the chemical parameters were Aluminum 0.148 (A), 0.20 (B) and 0.12 (C) mg / L and the microbiological parameters were; Total Coliforms 920.00 (A), 4.50 (B) and 6.80 (C) NPM / 100mL respectively; which would represent an efficiency of the aluminum sulfate plus starch as an adjuvant of 94.675%, concluding that the application of aluminum sulfate as a coagulant and starch as an adjuvant is efficient to treat the turbidity of the water of the Ahuashiyacu stream. Which would allow accepting the null hypothesis ( $H_0$ ) and rejecting the alternative hypothesis ( $H_1$ ).

**Keywords:** Efficiency, turbidity, adjuvant and water.



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una de las preocupaciones ambientales es la contaminación de los cuerpos de agua por diversos factores, entre ellos la deforestación que facilita la erosión y permite el alto contenido mineral a los cuerpos de agua, el vertido de agentes contaminantes que pone en riesgo el equilibrio ambiental y la salud poblacional. Nuestra **Realidad Problemática** nos muestra la falta de conciencia ambiental; así por ejemplo según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2017), indica que, el agua es el recurso más importante del planeta y que un 97.5% se encuentra en los océanos, el 2.5% sería agua dulce y de este solo el 1% sería adecuado para su consumo. Según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2011) indica que es prioridad la gestión y administración de esta por la presión sobre el recurso. Actualmente se vienen implementado medidas a fin de tener un control permanente, así por ejemplo Tailandia, Singapur, China, Alemania y Holanda en el año 2000 crearon un programa de cooperación a fin de regular su uso. En el **contexto mundial**, las fuentes de captación para consumo humano estarían seriamente impactadas por diversas actividades, entre las que destacan la minería, maderera, agricultura y ganadería principalmente; lo que representaría un impacto aproximado del 46% de las fuentes de abastecimiento. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), indica que 3 de cada 10 personas no utilizan el servicio de agua de forma segura. Al 2015, unos 181 países contarían con servicios básicos de agua potable (75%). Por su parte Solis et al., (2012) indican que, en diversos países africanos se utilizan plantas nativas antes de beber el agua con el fin de reducir la turbiedad, los olores y sabores desagradables. En Inglaterra se utilizan polímeros como la hidroxietil celulosa (HEC) y el “Wisprofloc”, derivado del almidón de patata (Valdez & Vásquez, 2003). Qudsieh et al. (2008) sintetizaron un copolímero coagulante de poliacrilamida con almidón de *Metroxylum sagu*. Beltrán, Sánchez, Delgado & Jurado (2009) emplearon dos agentes coagulantes naturales, uno de ellos es un agente basado en taninos y el segundo es un extracto de la semilla de *Moringa oleifera*. Anastasakis et al. (2009) evaluaron el poder floculante del mucílago de plantas herbáceas de la familia *Malvaceae* al emplear como coagulante sales de aluminio. El mucílago de hibiscos requiere dosis pequeñas para remover partículas suspendidas, aunque ambos floculantes fueron incapaces

de disminuir el contenido de carbono orgánico disuelto. **En Latinoamérica**, se realizó investigación sobre el nopal mexicano (*Opuntia ficusindica*) en la clarificación de suspensiones coloidales y así como de diversos productos naturales en la clarificación de agua para consumo humano (Solis et al., 2012). Olivero et al., (2014) utilizaron *Opuntia ficus-indica* en la clarificación de aguas superficiales. Almendárez (2004) comprobó la efectividad de coagulación de un polímero natural extraído de las pencas de *Opuntia cochinellifera* en aguas superficiales. Navarro et al., (2006) emplearon biopolímeros naturales que tienen la capacidad de adsorber metales pesados de aguas industriales. Por su parte, (Solis et al., 2012) utilizaron mezclas con potencial coagulante a base de almidón de plátano y coagulantes convencionales en el tratamiento de lixiviados de relleno sanitario. **En el Perú**, los diversos ensayos se hicieron con la savia mucilaginoso de “pencas” obtenidas de ciertas especies de cactáceas (Kirchmer et al. 1975). Según Barrenechea (2004), existen diversas tecnologías para el tratamiento de las aguas. Cusiche & Miranda (2019, pag 1-3), mencionan que la coagulación y la filtración son las tecnologías más comunes; el coagulante más empleado es el Sulfato de Aluminio (López, 2018). A **nivel regional** las ciudades de Morales, Tarapoto y la Banda de Shilcayo, cuentan con la empresa municipal de servicios de agua potable y alcantarillado de San Martín S. A. que abastece de agua para consumo humano, esta presenta 03 sistemas de captación, donde la Captación Ahuashiyacu, tiene una capacidad de diseño que capta 120 L/s. en el 2020 la EPS generó un total de 4,039,879.13 m<sup>3</sup> de agua captada de la fuente Ahuashiyacu y un total de agua producida de 3,970,338.13 m<sup>3</sup> de la fuente en mención. Entre los investigadores que destacan tenemos a Mayhua (2018), el cual busca aplicar almidón de *Calathea allouia* para tratar la turbidez y el color del agua del manantial Chorobamba – Cacatachi; así mismo, Murrieta & Azabache (2017), ensayaron la aplicación de un clarificante natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano quebrada Juninguillo – La Mina, Moyobamba. Según lo descrito, se propone el siguiente **problema principal**: ¿Cuál será la eficiencia de *Manihot esculenta* como coadyuvante para remover la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu? y los siguientes **problemas específicos** ¿Cuál será el valor de la turbiedad antes y post el tratamiento del agua de la quebrada Ahuashiyacu?, ¿Cuál será la dosis

óptima del coadyuvante para tratar la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu?, y ¿Cuáles serán los valores de los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos antes y después de la aplicación del coadyuvante?. El presente estudio se **justifica teóricamente**, teniendo en cuenta que los cuerpos de agua están seriamente impactados por actividades erosivas facilitando que las aguas de escorrentía acarreen minerales y materia orgánica que dificulta el tratamiento y genera altos gastos en el tratamiento; por lo que, la investigación propone una alternativa para reducir la concentración del coagulante utilizando un producto natural como coadyuvante extraído a partir de *Manihot esculenta*. Por su parte, la **Justificación metodológica** está relacionada con la capacidad eléctrica del coadyuvante debido a la acción poli electrolítica que actúa formando puentes entre las partículas. El almidón contendría un 20 % de una sustancia soluble (amilosa) y un 80 % de una insoluble (amilopectina), esta última es la que presenta propiedades coadyuvantes (Durán, Morales, & Yusti, 2005). La **Justificación práctica**, se basa en que, el coadyuvante mejora la acción del coagulante, disminuyendo su concentración o mejorando su rendimiento. La coagulación neutraliza cargas y forma una masa que une partículas, aumentando su tamaño para sedimentar. La floculación agita las partículas, facilita su unión y forma masas mayores que sedimentarían o puedan ser filtradas (Metcalf & Eddy, 2000). La **Justificación social**, se basa en el aprovechamiento de un producto natural como es el almidón, como una alternativa viable, técnica y sostenible; ya que, el mencionado producto es fácil de obtener y podría convertirse en una oportunidad económica para la población que lo produce; por lo que el **objetivo general** que se plantea es evaluar la eficiencia de *Manihot esculenta* como coadyuvante para remover la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu y los **objetivos específicos** son: Evaluar la turbiedad actual y post el tratamiento del agua de la quebrada Ahuashiyacu; ensayar la dosis óptima del coadyuvante para tratar la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu y Evaluar los parámetros principales fisicoquímicos y microbiológicos antes y después de la aplicación del coadyuvante. Teniendo en cuenta los problemas y los objetivos propuestos, la **hipótesis (H<sub>0</sub>)** *Manihot esculenta* como coadyuvante será eficiente para remover la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu y la **hipótesis**

(H<sub>1</sub>) *Manihot esculenta* como coadyuvante no será eficiente para remover la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu.

## II. MARCO TEÓRICO

La presente investigación muestra **Trabajos precedentes**, así por ejemplo a **nivel internacional**, en Colombia, Meza, Riaños, Mercado, & Olivero (2018) en su trabajo por evaluar, se propusieron ensayar el coagulante  $Al_2(SO_4)_3$  y *Moringa Oleífera* para clarificar el agua de la Ciénaga; se tomó una muestra mediante muestreo simple y llevó a cabo el ensayo haciendo uso del Test de jarras con diferentes dosis y diferentes revoluciones (120 rpm x 1 min, 30 rpm x 20 min) y se sedimentó x 15 min. Logrando una reducción de la turbidez del 96% con  $Al_2(SO_4)_3$  y 64% con *Moringa oleífera*. Por su parte Aguirre, Piraneque & Cruz (2018), determinaron la capacidad de sustancias naturales como la Moringa, Cactus, Neem y Maíz comparado con el coagulante  $Al_2(SO_4)_3$  para tratar el agua del río Magdalena-Colombia, se empleó el test de jarras a fin de reducir la turbidez, color, coliformes totales, coliformes fecales, sin afectación de pH; la coagulación se realizó a 120 rpm x 10 seg, la floculación a 45 rpm x 20 min y la sedimentación por 15 min. Los resultados mostraron que Moringa (0.02 g/L), evidenció una reducción del 96,8% de la turbidez, 97,8 % del color, constituyendo una alternativa para la potabilización del agua del Río Magdalena. En La Guajira – Colombia, Fuentes, Molina & Ariza (2016), evaluaron la eficiencia de los coagulantes naturales como *Moringa Oleífera*, *Cactus opuntia*, *Algas marinas* y almidón para clarificar agua de consumo humano como Sustituto al  $Al_2(SO_4)_3$  bajo el sistema Batch y continuo. Se realizó 144 ensayos con diferentes dosis, para lo cual se utilizó el test de jarras con concentraciones de 60, 80 y 100 mg/L; en mezcla rápida de 200 rpm x min, 25 rpm x 25 min y se sedimentó x 30 min. Los resultados arrojan una eficiencia elevada en el sistema continuo para todos los casos excepto en el caso del cactus que solo alcanzo un 88, 26%. Con la intención de mejorar los antecedentes contamos con investigaciones de **contexto nacional**, así, podemos mencionar un estudio realizado en la ciudad de Tacna por Cohaila & Cáceres (2020), donde evaluaron la efectividad de las semillas de moringa para la remover materiales en suspensión en el agua del río Sama, haciendo uso del test de jarras se ensayaron las dosis de 0,1 y 0,2 g/L a 20 rpm x

30 min y 30 rpm x 30 min. Los resultados arrojaron que, a 0,2 g/L de moringa y 30 rpm x 30 min se removió el 92,37 % y 98,88% de la turbidez del agua del río Sama. En Iquitos, Gallardo & Azabache (2017), realizaron una evaluación utilizando almidón de yuca comparado con  $Al_2(SO_4)_3$  para tratar el agua del río Shanusi; para lo cual se utilizó el test de jarras, donde la dosis óptima para el  $Al_2(SO_4)_3$  al 1% fue 20mg/L a 150 rpm x 1.5 min (mezcla rápida), 25 rpm x 15 min (mezcla lenta) y 10 min en la sedimentación; lográndose disminuir 99.20% de turbidez, 79.92% de STD, 100% de color; mientras que para el almidón de yuca se utilizó una solución al 2% y  $Al_2(SO_4)_3$  al 1% a una concentración del 40mg/L a 250 rpm x 1.5 min, 38 rpm x 15 min y 10 min de sedimentación, lográndose disminuir un 96.82% de turbidez, 25.95% de STD, 73.39% de color, para ambos casos el pH oscila entre 6.5-8.5. En Apurímac Choque, Choque, Solano & Ramos (2018), evaluaron la capacidad floculante de tres variedades de Cactáceas *Echinopsis pachanoi*, *Neoraimondia arequipensis* y *Opuntia ficus* para tratar agua residual artificial. Para lo cual emplearon una solución madre de 25g de caolín en 500 ml de agua destilada; se empleó dosis del 1%, 2% y 3%. Concluyendo que el color se incrementa en todos los casos, *Echinopsis pachanoi* presenta mejores resultados, con un ligero incremento del pH de 6.61 a 7.58, mientras que la dureza y la alcalinidad no muestran diferencia significativa ( $p>0.05$ ) y el DBO muestra siempre un incremento. Asimismo contamos con investigaciones relacionadas **A nivel local**, En Moyobamba, Maldonado & Azabache (2018); se trazan como objetivo determinar en qué medida el clarificante almidón de yuca remueve la turbidez y color del agua de la quebrada Juningullo – La Mina; para lo cual se realizaron 9 ensayos con 36 pruebas, todas a diferentes concentraciones y velocidades; concluyéndose que una solución del 1% de almidón puede ser considerado como un coadyuvante del  $Al_2(SO_4)_3$ , ya que removería un 48% al color y en un 50% la turbidez, no afectando el valor de pH, pues este ayudaría a controlar a parte otros parámetros. Por otro lado, en Tarapoto, Hidalgo, Cayao & Romero (2019); evaluaron la eficiencia de la *Moringa oleifera* para tratar el agua residual doméstica; utilizando 6 litros de dicha agua como muestra, la misma que presentó una turbiedad inicial de 70 UNT, que fue sometida a dosis de 400, 500, 600, 700 y 800 mg/L. Los parámetros como turbiedad y SST fueron analizados en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y los

parámetros básicos de laboratorio como pH, CE, OD y temperatura. La eficiencia de tratabilidad en el que se alcanzó un valor máximo de 54.29% con una dosis de 700 mg/L como el mayor valor de tratabilidad, para el resto de casos fueron menores, siempre por debajo del referencial (90%); por lo que solo podría considerarse al polvo de moringa como un agente coadyuvante. Así mismo, en la ciudad de Moyobamba, Jhorvys & Ruiz (2018); en su investigación se proponen como objetivo determinar la eficacia del coagulante natural de *Aloe vera* para su posterior tratamiento primario de aguas residuales, así como evaluar los parámetros físicos químicos en aguas residuales domésticas, comparando los resultados obtenidos. Se obtuvo la concentración adecuada para la dosis de aloe vera en 1 litro de agua a una concentración de 1 %, el mismo que se utilizó test de jarras con un tiempo de 2 a 3 en agitación, concluyendo que el coagulante cuenta con eficacia en reducción de estándares de contaminación, las características físicas mejoran.

Con relación a las **bases teóricas** tenemos al **agua**, Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015), el agua es uno de los elementos primordiales para la vida, el mismo que es limitado y su calidad sufre una presión constante. La calidad del agua está siendo afectada por la presencia de contaminantes por nitrógeno, Fósforo que están asociados a la elevada carga orgánica que son resultados inadecuados de prácticas en el manejo de los sistemas de cultivos (Barraa Guardado et al., 2014). Respecto a la **calidad del agua**, según Barrenechea (2004), esta depende del uso que se le pretende dar, como riego, consumo poblacional, recreación e industrial. La **quebrada Ahuashiyacu**, se ubica en la jurisdicción de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Departamento del mismo nombre; esta se extiende desde las coordenadas Este 354281, Norte 928363 a una altitud 438 msnm, hasta su desembocadura en el río Cumbaza; presenta un clima tropical y con temperatura media entre los 22°C y 35°C, con un promedio anual de lluvias entre 1150 -1400 mm y una evapotranspiración potencial total anual de 1.0 - 2.0 veces el valor de la precipitación local. La **captación Ahuashiyacu**, según se reporta en su memoria descriptiva de la EPS EMAPA SAN MARTIN S.A., ubicada en la margen derecha de la quebrada del mismo nombre, captada por gravedad mediante una estructura de concreto armado; presenta una capacidad de diseño de 120 L/s, de los cuales

solo son tomados 78 L/s, debido a la capacidad actual de línea de conducción Ahuashiyacu. Se debe indicar que, junto a la estructura de captación aguas abajo desemboca la quebrada Maronilla, la misma que está siendo afectada por aguas residuales de animales de crías. Es importante conocer la **Clasificación de las aguas según los ECAs**, de acuerdo al Decreto Supremos N° 004-2017-MINAM (MINAM, 2017), establece los estándares de Calidad ambiental (ECA) para agua, reconociendo a la quebrada Ahuashiyacu dentro de la Categoría 1: Poblacional y recreacional en la cual enmarca la **Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**, situándose con exactitud en la **A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional**, Se define al agua sometida a un tratamiento, mediante el proceso de coagulación, floculación, decantación, sedimentación y filtración, destinadas para el consumo humano. Según la Dirección General de Salud Ambiental, citado en (**Reglamento de la calidad del agua para consumo humano 2011**) define que el agua es inocua para la salud el cual cumple con requisitos indispensables para el consumo humano. Según la Resolución de Gerencia General N° 247 de la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de San Martín Sociedad Anónima (EMAPA SAN MARTÍN S.A., 2018) **EMAPA SAN MARTÍN S.A.**, Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de San Martín Sociedad Anónima, considerada como una Sociedad Prestadora de Servicios de Saneamiento, tiene como funciones: Ejecutar el desarrollo, control, operación y mantenimiento de los servicios de agua potable, conformada principalmente por las localidades de ámbito de responsabilidades San Martín, Moyobamba, Lamas, Mariscal Cáceres, Huallaga y Rioja, con autonomía administrativa y financiera. En la actualidad la EPS abastece con agua potable a las localidades de Tarapoto, Morales, Banda de Shilcayo, Lamas, Bellavista, Saposo y San José de Sisa. Hoy en día es necesario la utilización de **Los coagulantes**, pueden ser Sintéticos o naturales; según Shak y Wu, citados por Bravo (2017) describe a los coagulantes químicos como sales de aluminio, de hierro y polímeros sintéticos como la poliacrilamida, utilizados en la coagulación y floculación de diversos contaminantes presentes en aguas residuales. Desde hace décadas se han empleado los coagulantes extraído de plantas, buscando minimizar el uso de compuestos químicos sintéticos, así como la producción de

lodos biodegradables (Sanghi, Bhattacharya, Singh, 2002 citado por Choque.D, Choque.Y, Solano & Ramos, 2018). Según Yin (2010) y Arboleda (1992), afirman que los coagulantes naturales son principalmente carbohidratos (polisacáridos) y proteínas. Las principales ventajas de la aplicación de coagulantes naturales son las siguientes: eliminación de turbiedad orgánica e inorgánica, reducción del color verdadero y aparente, producción de lodos fáciles de tratar, destrucción de patógenos, algas y plancton, así como la eliminación de sustancias que imparten olor y sabor. El uso de coagulantes naturales es rentable debido a los bajos costos. **Los coadyuvantes**, según Degrémont, (1979), define a los Coadyuvantes como sustancias químicas o naturales que ayudan a mejorar la acción del compuesto cuando se mezclan de forma parcial o total, pueden ser adherentes, dispersantes y penetrantes. El uso de coadyuvantes naturales puede lograr reducir la dosis de los mismos, minimizar costos. Los coadyuvantes naturales presentan dos categorías: **Agentes Absorbentes de masa**, dentro de ellas encontramos a las arcillas bentónicas, la galactita y otras arcillas absorbentes, empleadas en la coagulación de aguas con abundante turbiedad y los Polielectrolitos naturales, cuya estructura posee bajo peso molecular. Según el **tipo de carga que presentan**, es decir los polímeros de cargas negativas son amónicos y los de carga positiva son catiónicos. Existen **Parámetros de evaluación**. Estos parámetros se clasifican, en cuatro grupos: físicos, químicos, biológicos, y radiológicos (Pérez, León, & Delgadillo, 2013). Según Barrenechea (2004b), considera que es importante realizar un análisis físico-químico y microbiológico del agua, ya que contiene contaminantes de diferentes tipos y concentraciones. A continuación, se detallan las principales características fisicoquímicas que definen la calidad del agua: **La turbiedad** del agua se inicia con la presencia de las partículas en suspensión o coloides. Es decir, aquellas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. Se utiliza un turbidímetro o nefelómetro para su medición expresadas en unidades nefelométricas de turbiedad UNT (Barrenechea, 2004a). **Conductividad eléctrica (CE)**, en ello se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta para conocer la cantidad de iones que puedan estar presentes en una solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio)



(Goyenola, 2007). **La temperatura** del agua es un parámetro físico considerado de suma importancia, tanto para el desarrollo de la vida acuática, como en las reacciones químicas, así como también para los diferentes usos que se le pretende dar. **El potencial de hidrógeno (pH)**, es el valor que identifica si una sustancia es acida, neutra o alcalina, calculando el número de iones hidrogeno presentes. Es medida mediante una escala que va a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. (Espinoza, Castillo, & Rovira, 2014). Asimismo, las aguas pueden ser de tipo alcalino debido a la presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos y algunos otros materiales como son los silicatos, boratos y fosfatos (Barba, 2002). **El oxígeno disuelto (OD)**, parámetro importante teniendo en cuenta si los valores son bajos, puede indicar contaminación elevada, la cual se considera como un indicador de contaminación (Vivas, 2011). **Sólidos totales suspendidos (STS)**, según el MINAM (2015), indica que son las partículas flotantes o suspendidas en el agua residual que pueden ser separadas del líquido por medio de medios físicos como la filtración. Son los sólidos no filtrables expresadas en mg/L". **Coliformes totales y fecales**, Según la Organización Mundial de la Salud y el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP, 2017), en la Guía para la Calidad del agua Potable, define a los coliformes totales como la amplia variedad de bacilos aerobio y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de reproducirse en presencia de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido en 24 horas a 35-37 °C y los coliformes fecales o termotolerantes definido en ello a los microorganismos como las bacterias, capaces de fermentar lactosa a 44 – 45 °C, dentro de este género se encuentra la *Escherichia coli*, presente en grandes concentraciones en las heces humanas y animales así como algunos tipos de bacterias entre ellos el Enterobacter. **La yuca (Manihot esculenta)**, Según Ospina & Ceballos (2002), sostienen que la yuca pertenece a la familia Euphorbiaceae, compuesta por 7200 especies. Considerada como arbusto perenne, con variaciones en altura de planta de 1 a 5 m aproximadamente. Los tallos son de fundamental importancia, pues mediante estos se produce la multiplicación vegetativa o asexual, se caracteriza por la gran diversidad de usos, tanto las raíces, hojas, son consumidas por humanos y animales en diversas formas. En seguida, se presenta la utilización de la yuca en

**Alimentación Humana:** Tanto las hojas como las raíces son utilizadas para el consumo humano, son fuente de hidratos de carbono, así como minerales y vitaminas. Tradicionalmente se hierve de 10 - 40 minutos y son empleados en sopas, sancochos; pueden ser consumidas fritas, en harinas que pueden ser fermentadas o no. **Alimentación animal:** Son empleados en la formulación de alimentos balanceados para aves y porcinos, en la piscicultura y para otros animales domésticos. **Almidón:** El almidón es una de las sustancias de reserva, se puede encontrar como gránulos depositados en semillas, tubérculos y raíces de distintas plantas. El almidón es una mezcla de dos polímeros de amilosa y la amilopectina. A continuación se menciona sobre el **Test de jarras**, según Marín (1998), con este ensayo se puede evaluar a escala de laboratorio la reducción de color, turbiedad y dureza del agua bruta, mediante coagulación, floculación y sedimentación. Así mismo Satterfield (2005), menciona que las pruebas de test de jarras son pruebas a escala piloto de los productos químicos utilizado en el tratamiento del agua, simula el proceso de coagulación – floculación

### III. METODOLOGÍA

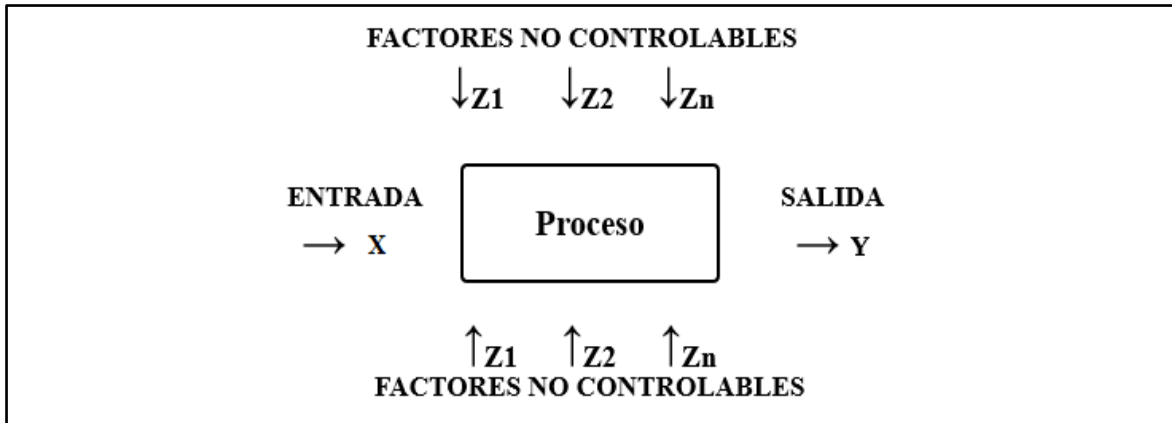
#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Según Arias (2006), el tipo de investigación de acuerdo al nivel de conocimientos que se adquiere es **exploratoria**, teniendo en cuenta que, en este tipo de investigaciones se aborda un problema que no ha sido abordado o no ha sido suficientemente estudiado. El propósito es destacar aspectos fundamentales del problema y encontrar el procedimiento adecuado para elaborar investigaciones posteriores de optimización; los resultados podrían permitir abrir nuevas líneas de investigación. Por su parte Cegarra (2004), de acuerdo **al propósito o finalidad que se persigue**, se consideraría una investigación de tipo **aplicada**, debido a que, se caracteriza por la búsqueda de la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es **experimental**. Se denomina así, a los diseños en los que se manipula la variable independiente (eficiencia del coadyuvante); y posteriormente se evaluará la variable dependiente (remoción de la turbiedad). Así Hernández, Fernández, Baptista, Méndez, & Mendoza (2015) y Pulpón, Fuentelsalz & Icart (2001), mencionan que, en este diseño es factible encontrar la relación existente entre dos o más variables en una misma muestra. Según la linealidad del proceso metodológico, el método del estudio presenta un **enfoque cuantitativo**.



**Figura 1.** Esquemática del diseño experimental.  
*Fuente: Ministerio de Educación, 2010.*

### 3.2. Variables

#### 3.2.1. Independiente

- Eficiencia del coadyuvante.

#### 3.2.2. Dependiente

- Remoción de la turbiedad.



### 3.2.3. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Definición operativa de variables.*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala
<b>Independiente:</b> Eficiencia del coadyuvante.	Capacidad de alcanzar objetivos y metas con el mínimo empleo de coadyuvantes naturales y con la mínima afección al medio ambiente.	Capacidad que tiene el coadyuvante (almidón de yuca) para desestabilizar los coloides presentes en la muestra del agua cruda.	Capacidad de las proteínas iónicas para desestabilizar a los coloides.	Porcentaje de remoción.	Cuantitativa continua: %
			Tiempo de reacción de las proteínas iónicas para flocular a los SST.	Tiempo que demora la reacción de floculación.	Cuantitativa continúa: min.
			Tiempo de sedimentación de los floc.	Tiempo que demora la sedimentación.	Cuantitativa continúa: min.
<b>Dependiente:</b> Remoción de la turbiedad.	Cantidad de partículas que debido a su peso molecular permanecen suspendidas y que podrían removerse por principios de sedimentación o flotación.	La remoción de la turbiedad se determina al relacionar el valor final respecto al inicial post la implementación de una alternativa de tratamiento, se expresan en términos porcentuales $Rem = (C_i - C_f / C_i) * 100\%$ .	Compuestos minerales suspendidos.	Concentración coloidal de naturaleza mineral.	Ordinal, cuantitativa continua: UNT.
			Compuestos orgánicos suspendidos.	Concentración coloidal de naturaleza mineral.	Ordinal, cuantitativa continua: UNT.

*Fuente: Elaboración propia, 2021.*

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

La población estuvo representada por el volumen de agua que llega a la planta de tratamiento de la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de San Martín S. A. (EMAPA S. A.) captado a partir de la quebrada Ahuashiyacu (342 798.40 m<sup>3</sup>/mes), ubicada en el distrito de La Banda de Shilcayo, Provincia y Región San Martín.

#### **3.3.2. Muestra**

La muestra estuvo representada por un volumen de 29.150 L, la cual fue recolectada de la línea de conducción que llega a la planta de tratamiento de la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de San Martín S. A. (EMAPA S. A.); este volumen fue utilizado según lo siguiente: Test de jarras: 24 L, blanco de reactivo: 2L y análisis de laboratorio: 3.150 L.

#### **3.3.3. Muestreo**

El muestreo que se realizó en la presente investigación fue según lo establecido en la R. D. N° 160 de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2015) para ensayos o evaluaciones, el muestreo, selección y colecta se realizó de manera similar a la que se colecta para estudiar y determinar la calidad del agua; este es un procedimiento definido por medio del cual se toma una parte que represente de manera homogénea al cuerpo de interés.

#### **Tipos de muestreo**

La toma de las muestras se realizó en los puntos estratégicos ya establecidos de acuerdo al instrumento de gestión ambiental y de acuerdo a lo que se estable en las disposiciones de la entidad competente antes mencionada. El **muestreo será probabilístico** mediante **muestra simple**, tal como se indica a continuación.

- **Muestra simple o puntual:** Las muestras simples representan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizara su recolección; la cual es obtenida en un solo punto y en un tiempo determinado.

### **3.4. Técnicas de recolección de datos y validación de instrumentos**

#### **3.4.1. Técnicas**

La técnica de la investigación para la recolección de datos se realizó, mediante observación directa y haciendo uso de equipos e instrumentos que se describen a continuación, dicha información fue transcrita a formatos de campo y posteriormente a los formatos virtuales para ser ordenados, sistematizados e interpretados.

- El pre test consistió en el análisis antes de hacer las pruebas de jarras.
- Post test consistió en el análisis después de hacer las pruebas de jarras.

#### **3.4.2. Instrumentos**

- Revisión bibliográfica de libros e investigaciones realizadas.
- Uso de un GPS para georreferenciar el punto de la toma de muestra en la planta de tratamiento de EMAPA San Martín S.A.
- Utilización del multiparamétrico para determinar los valores de los parámetros de campo como pH, Temperatura y conductividad.
- Formato de registro de ensayo del test de jarras.

### **3.5. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos**

#### **3.5.1. Validez de los Instrumentos**

La validez de los instrumentos, se realizó teniendo en cuenta el límite de detección y el margen de error especificado en el manual técnico y los certificados de calibración del instrumento y los profesionales expertos.

#### **3.5.2. Confiabilidad de los Instrumentos**

La confiabilidad de los instrumentos que se utilizó en el desarrollo del presente proyecto, fue constatado gracias a los certificados de calibración y su previa verificación antes de ser utilizados.

### **3.6. Procedimiento**

#### **3.6.1. Primera etapa: Etapa de gabinete inicial**

##### **Identificación del fenómeno y planteamiento del problema**



- Se revisaron reportes e informes de diversas instituciones a fin de identificar los fenómenos relacionados con la problemática que afectan a la ciudad de Tarapoto.
- De los fenómenos identificados, se seleccionaron los relacionados con el tratamiento del agua para consumo humano.
- En concordancia con el proceso del método científico, posterior a conocer el fenómeno se realizó la formulación del problema de investigación.

#### **Recopilación de información bibliográfica**

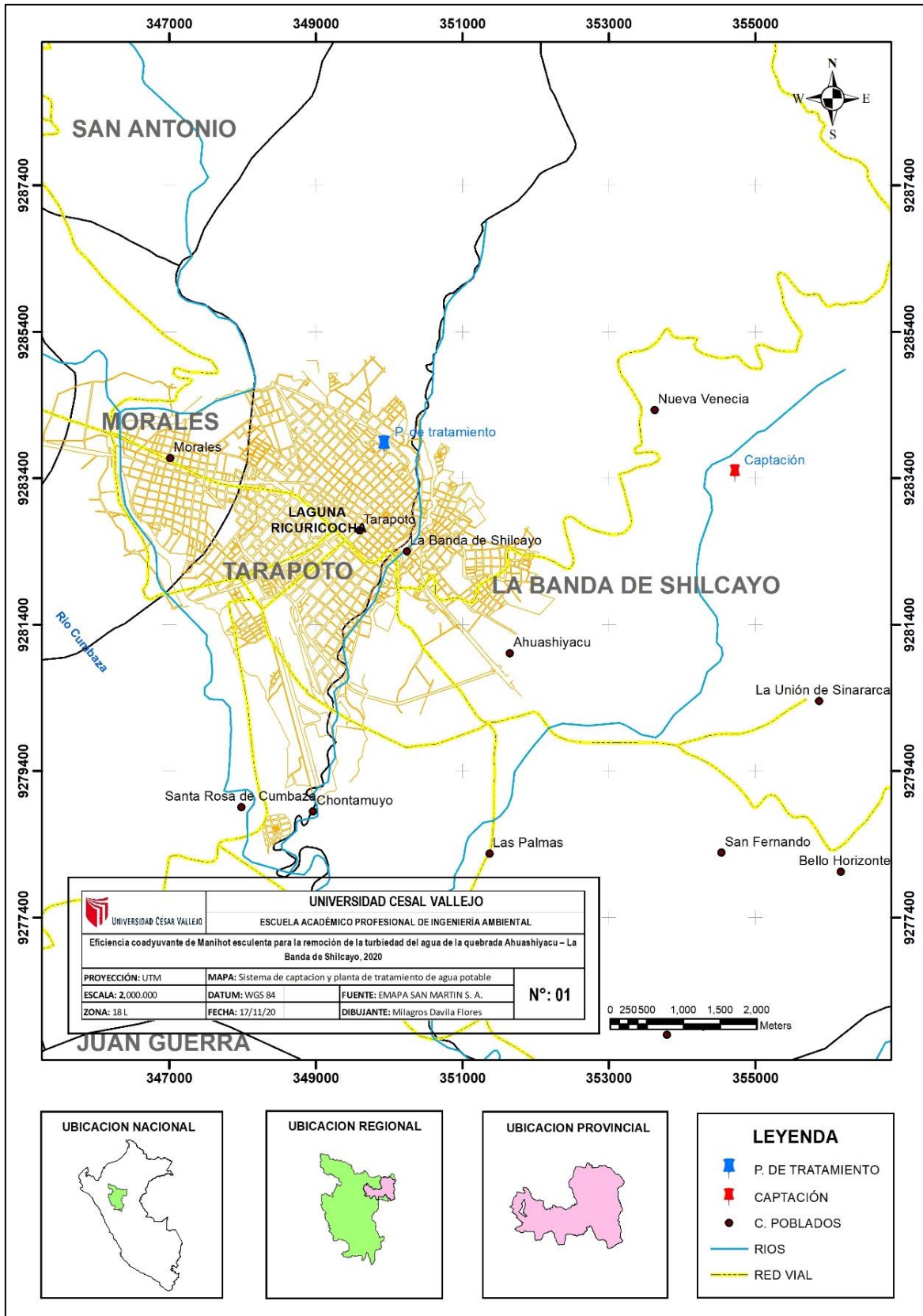
- La recopilación de información bibliográfica confiable se realizó a partir de libros, revistas, artículos científicos, tesis y otros.

#### **Gestión para la ejecución del proyecto**

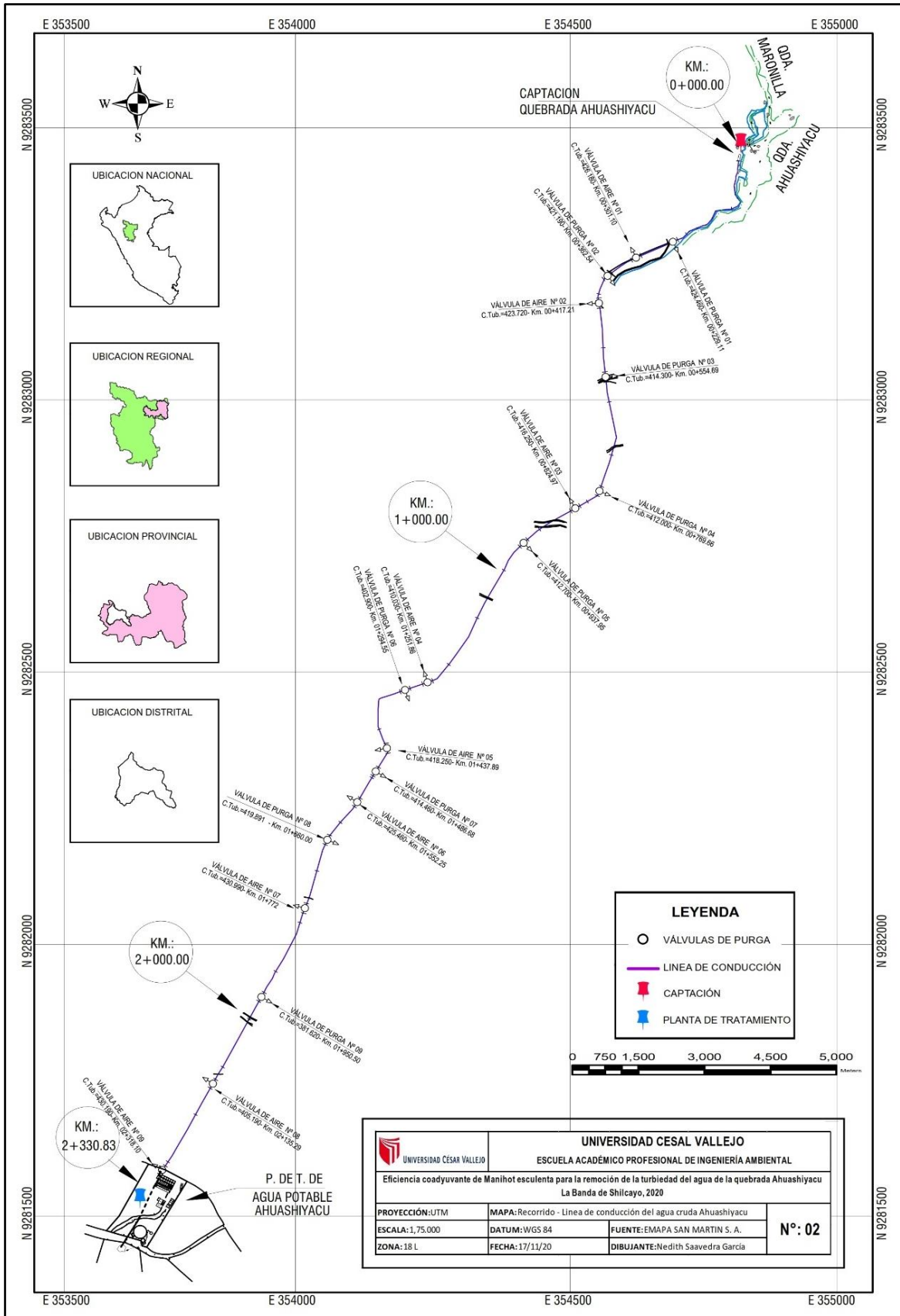
- Se realizó la gestión para la adquisición de reactivos, materiales e instrumentos de laboratorio.
- Se gestionó el acceso de las instalaciones de la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de San Martín S. A.
- Se coordinó con el representante del área administrativa de un laboratorio acreditado, el análisis de los parámetros de interés.

#### **Elaboración de los instrumentos**

- Se elaboraron los mapas temáticos, cadena de custodia y formatos de campo (ver figuras 2, 3 y anexo 1).



**Figura 2.** Mapa de ubicación de captación y planta de tratamiento EMAPA S.A.  
 Fuente: Elaboración propia, 2021.



**Figura 3.** Mapa del recorrido de la línea de conducción Ahuashiyacu.  
 Fuente: Elaboración propia, 2021.

### 3.6.2. Segunda etapa: Etapa de campo y laboratorio

#### Obtención del almidón de *Manihot esculenta*

- El almidón de yuca (*Manihot esculenta*), empleado para el estudio fue recolectado de un mercado público de Tarapoto. Para obtener el almidón se pesaron y lavaron 1 kg de yuca, se quitó la cáscara y se cortaron en 3 o 4 pedazos de aproximadamente 6 cm, cada pedazo fue cortado por la mitad y quitada la hebra dura central.
- Posteriormente fueron lavadas, ralladas y molidas en una licuadora, añadiendo 1 litro y un  $\frac{1}{4}$  de taza de agua hervida fría, hasta lograr que se desintegre totalmente el tubérculo.
- La mezcla fue vertida en un recipiente grande colocándole sobre el orificio del mismo una tela fina para facilitar el cernido de la mezcla, se apretó el paño hasta extraer el líquido con almidón.
- El producto resultante se dejó sedimentar durante 3 horas (la materia que se retuvo en el tamiz se eliminó). Se separó el sobrenadante y el sedimento obtenido se dejó secar durante toda la noche.
- Al día siguiente con ayuda de una cuchara se removió el almidón sedimentado, se dejó reposar por el lapso de 7 horas para asegurarnos que no cuente con humedad, después del tiempo transcurrido se tamizó el almidón con la ayuda de un colador fino y finalmente se colocó en un recipiente de vidrio.

#### Delimitación y selección del punto de muestreo

- Se realizó una visita a las instalaciones de la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de San Martín S. A., a fin de identificar el punto de muestreo haciendo uso de un GPS.
- La ubicación y la altitud del punto de muestreo se registraron y se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Punto de muestreo y su ubicación geográfica.*

Punto	Código	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
			Este	Norte	

Punto	Código	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
			Este	Norte	
1	P1-LR	Punto de muestreo	353671.99	9281582.44	431

*Fuente: Elaboración propia, 2021.*

### **Preparación de materiales, equipos e indumentaria**

- Para ejecutar el muestreo de manera efectiva, se adquirió la indumentaria, equipos e instrumentos necesarios.

### **Muestreo**

- Se verificó el punto de muestreo georreferenciado previamente.
- El muestreo se realizó según lo establecido en la R. D. N° 160 de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2015), tal como se detalla a continuación:

### **Rotulado y etiquetado**

- Los envases se rotularon con etiquetas autoadhesivas: donde se detalló el código de la muestra, tipo de agua, nombre del solicitante, hora-fecha, nombre del personal que tomó la muestra.
- Las etiquetas fueron selladas con cinta transparente con el fin de protegerlas de la humedad.

### **Toma de la muestra**

- Haciendo uso de un recipiente con capacidad de 1 L, se tomó la muestra, para lo cual, dicho recipiente se enjuagó por 3 veces con el agua a muestrear.
- El volumen se trasvasó en un vaso de precipitación con una capacidad de 100 mL, donde se analizaron los parámetros indicadores de campo como temperatura, conductividad y pH.
- Para el análisis de otros parámetros de interés (físico, químico y microbiológico), se colectó la muestra en los recipientes, según lo indicado por el laboratorio.
- También se tomó un volumen de 26 L para realizar el ensayo del test de jarras y los controles respectivos.
- Se llenó la cadena de custodia en el formato facilitado por el laboratorio.

- Cada uno de los recipientes, se colocaron en un cooler con ice pack y se transportó según lo indicado en el Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.

#### **Llenado de la cadena de custodia, almacenamiento y conservación**

- En la cadena de custodia, se consideró: El nombre del personal que monitorea, su Email, su teléfono, nombre del trabajo, código del punto de monitoreo/muestra, clasificación de la matriz de agua, fecha y hora del muestreo, número y tipo de envases, preservación, lista de parámetros a analizar.
- Para el envío al laboratorio de análisis se consideró la cadena de custodia correctamente llenado y protegido.

#### **3.6.3. Tercera etapa: Etapa de laboratorio y ensayo**

##### **Preparación de los patrones de sulfato de aluminio y el coadyuvante**

- Se preparó una solución de sulfato de aluminio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) tipo A con una concentración del 1% (10g/1000 mL).
- Se preparó una solución de almidón con una concentración del 3% (7.5g/250 mL).

##### **Test de Jarras – coagulación y floculación: Materiales empleados**

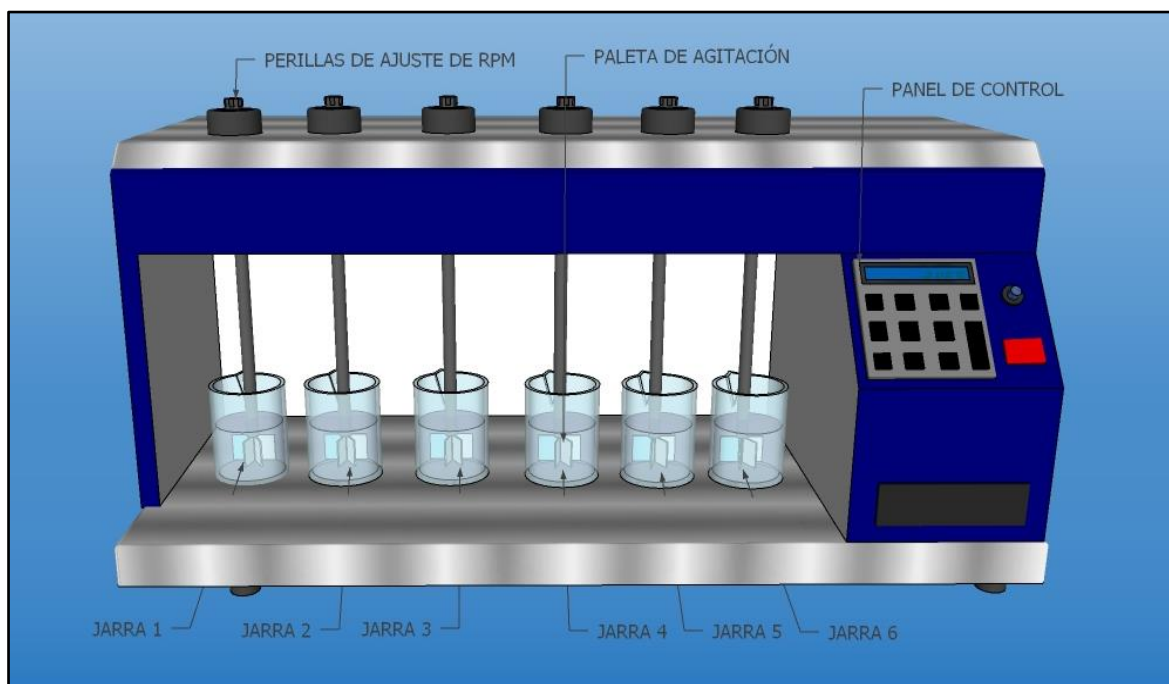
- Se montó el sistema con las muestras y se puso en marcha el equipo (test de jarras), se regularon las velocidades según los estándares establecidos.
- Para el proceso de coagulación: Se puso en marcha el sistema a 300 rpm durante un tiempo de 3 segundos donde se adicionaron 4 mL, 6 mL, 8 mL, 10 mL, 12 mL y 14 mL de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .
- Trascurrido los 3 segundos y a 300 rpm, se adicionaron 3.0 mL, 3.4 mL, 3.8 mL, 4.2 mL, 4.6 mL y 5.0 mL de la solución de almidón a ensayar como coadyuvante.
- Para el proceso de sedimentación: La velocidad de los agitadores se realizó a 40 rpm durante 20 min. Para mayor detalle, ver la tabla 3 y figura 4.

**Tabla 3**

*Dosis del coagulante y coadyuvante a ensayar.*

Soluciones	Volumen (mL)	Concentración (mg/L)
Coagulante: $Al_2(SO_4)_3$	4	20.000
	6	30.000
	8	40.000
	10	50.000
	12	60.000
	14	70.000
Coadyuvante: Almidón	3.0	45.833
	3.4	51.944
	3.8	58.055
	4.2	64.166
	4.6	70.277
	5.0	76.388

*Fuente: Elaboración propia, 2021.*



**Figura 4.** Esquema del test de jarra.

*Fuente: Elaboración propia, 2021.*

### 3.6.4. Cuarta etapa: Etapa de gabinete final

#### Interpretación de los resultados

- Los datos obtenidos en el test de jarra y los resultados de los análisis del laboratorio serán transcritos a formatos virtuales.

### **Determinación de la eficiencia**

- La evaluación de la eficiencia se determinó a partir de los valores de la turbiedad inicial y la turbiedad final aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Eficiencia de remocion (\%)} = \frac{(\text{Turbiedad Inicial} - \text{Turbiedad Final})}{\text{Turbiedad Inicial}} \times 100 \quad \text{Formula 01}$$

- Según el porcentaje de remoción se determinó la eficiencia del sistema según supere o no el 90% del porcentaje de remoción.
- Los resultados obtenidos fueron presentados en tablas y figuras.
- Se redactó el informe teniendo en cuenta los resultados, con la discusión y conclusión correspondiente para su presentación en el tiempo correspondiente según el estatuto interno de la universidad.

### **3.6.5. Método de análisis de datos**

- Gráficos Estadísticos en Excel
- Análisis Descriptivos de SPSS
- Prueba ANOVA
- Coeficiente de correlación de Pearson
- El análisis estadístico se realizó mediante la técnica de Análisis de Varianza (ANOVA) con lo que se determinó cuantitativamente la relación entre los parámetros de los experimentos y sus interacciones, además del error experimental sobre las variables de respuesta.

Como señala Gorgas, Cardiel, & Zamorano (2011), el análisis ANOVA separa los efectos de cada factor a través la suma de cuadrados (SS) la cual dividida entre los grados de libertad correspondientes determina la media cuadrada (MS) de cada uno, es decir, la varianza asociada a cada factor respecto a la varianza residual, lo cual nos permite observar la significancia de los efectos. Además, indica que para determinar la significancia estadística respecto al efecto residual se debe demostrar que la razón  $C_{\text{Mefecto}}/C_{\text{Merror}}$  (F-Ratio) es demasiado elevada para ser una F de Fisher con los grados de libertad correspondientes, relacionado al estadístico denominado P-value asociado. Entre menor sea este Valor-P a 0.05 más fuerte será la evidencia de un efecto significativo del efecto de los factores asociados.

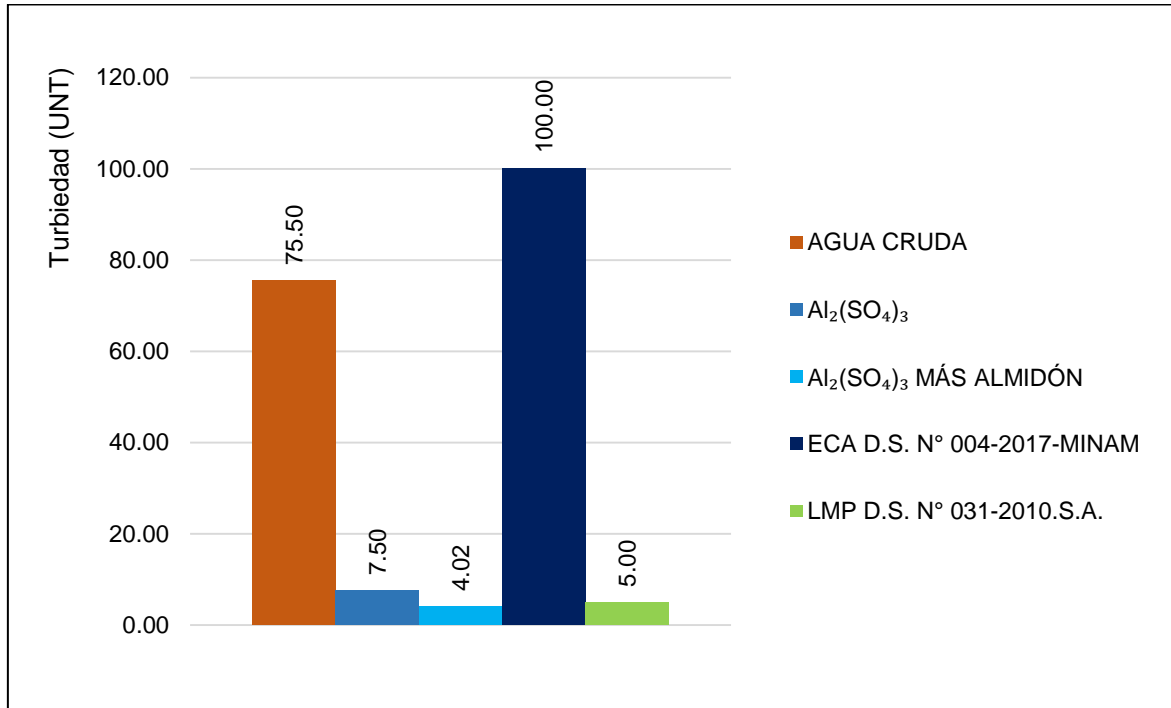


### **3.7. Aspectos éticos**

Para la elaboración del presente estudio, se respetó los criterios éticos en la veracidad, autenticidad y originalidad.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu antes y post tratamiento



**Figura 5.** Turbiedad en agua de consumo humano con almidón como coadyuvante. Fuente: *Elaboración propia, 2021.*

#### Interpretación

En la figura 5 se presenta los valores comparativos de la turbiedad, teniendo en cuenta que el valor del mencionado parámetro en el agua cruda es de 75.50 UNT, que al ser sometida al proceso de coagulación química con Sulfato de Aluminio alcanzó una turbiedad de 7.50 UNT y con Sulfato de Aluminio más Almidón 4.02 UNT; debe considerarse además que teniendo en cuenta el D. S. N° 004-2017-MINAM, el agua cruda fue captada de una fuente perteneciente a la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y grupo A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, donde el valor normado es de 100.00 UNT y que tras el tratamiento debería ser contrastado con el valor establecido en el D. S. N° 031-2010-S. A. 5.0 UNT. Por lo que se interpreta que los valores obtenidos para ambos tratamientos son eficientes, solo el segundo aplica respecto a la norma.

#### 4.2. Dosis optima del almidón de *Manihot esculenta* como coadyuvante

**Tabla 4**

Dosis optima de  $Al_2(SO_4)_3$  como coagulante y almidón como coadyuvante

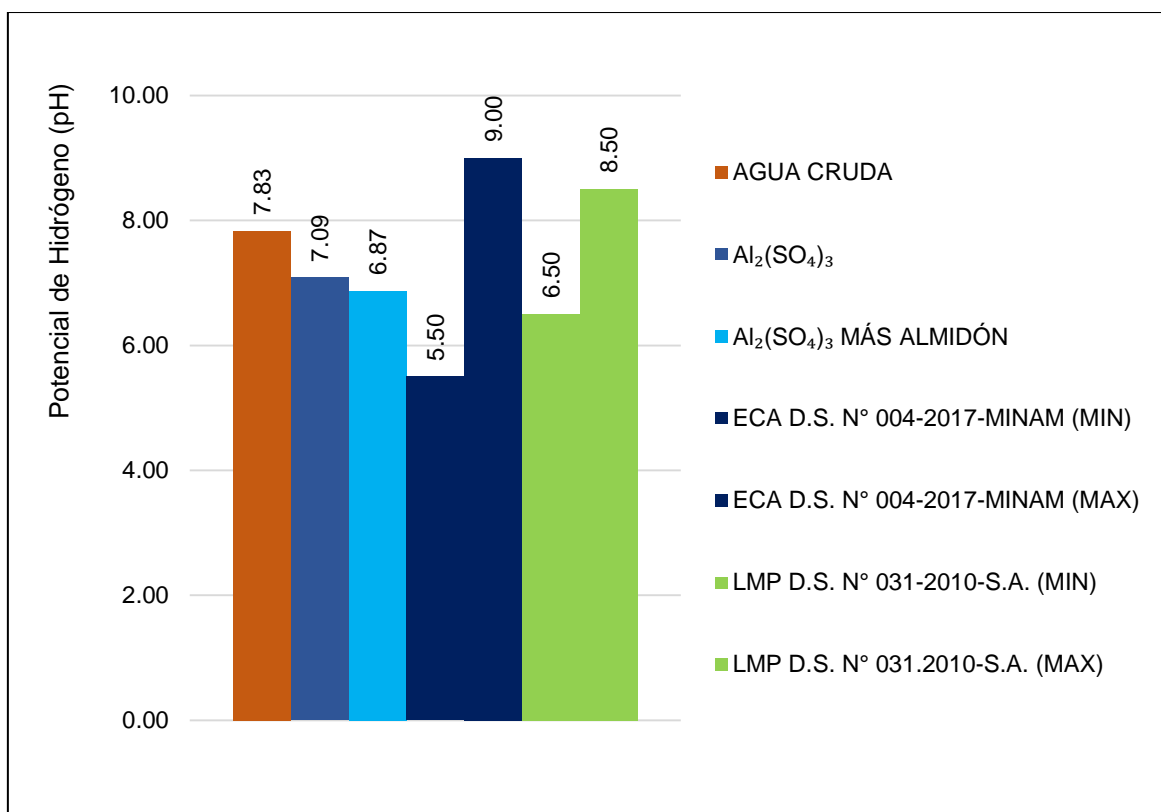
Tratamiento	Jarra (N°)	Volumen (mL)	Concentración (mg/L)	Turbiedad
Sulfato de Aluminio (1%)	1	4	20.000	8.50
	2	6	30.000	8.20
	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>40.000</b>	<b>7.50</b>
	4	10	50.000	8.10
	5	12	60.000	8.35
	6	14	70.000	8.40
Sulfato de Aluminio (1%) más Almidón (3%)	1	3.0	45.833	5.10
	<b>2</b>	<b>3.4</b>	<b>51.944</b>	<b>4.02</b>
	3	3.8	58.055	5.36
	4	4.2	64.166	5.26
	5	4.6	70.277	5.49
	6	5.0	76.388	7.54

Fuente: Elaboración propia, 2021.

#### Interpretación

En la tabla 4 se presenta los valores comparativos de la dosis optima del sulfato de aluminio como coagulante (Tratamiento 1) y sulfato de aluminio como coagulante más almidón de *Manihot esculenta* como coadyuvante (Tratamiento 2); que al ser evaluados en el test de jarras, se logró obtener la dosis óptima para el tratamiento 1 en la jarra 3 (volumen de 8 mL y una concentración de 40 mg/L utilizando una solución al 1%) donde la turbiedad final fue de 7.50 UNT; mientras que en el tratamiento 2 corresponde a la jarra 2 (volumen de 3.4 mL y una concentración de 51.944 mg/L utilizando una solución al 3%) donde la turbiedad final fue de 4.02 UNT.

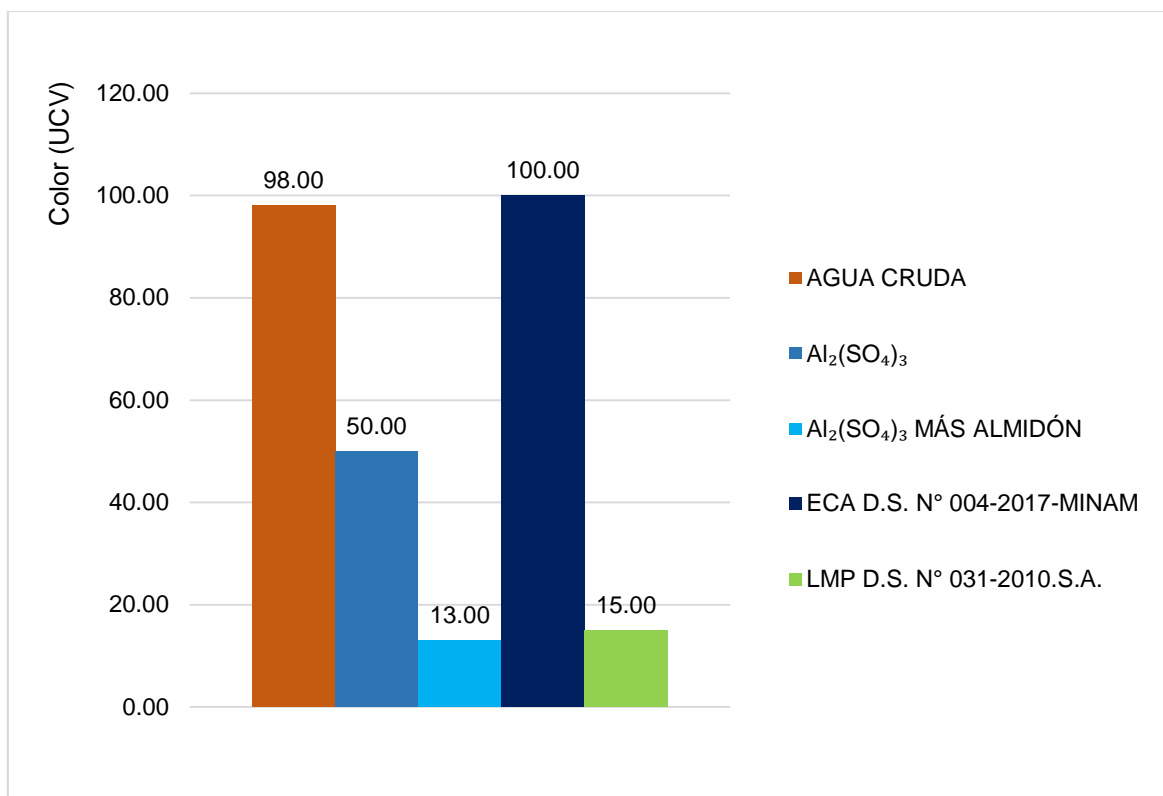
### 4.3. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos



**Figura 6.** pH en agua de consumo humano con almidón como coadyuvante.  
Fuente: Elaboración propia, 2021.

#### Interpretación

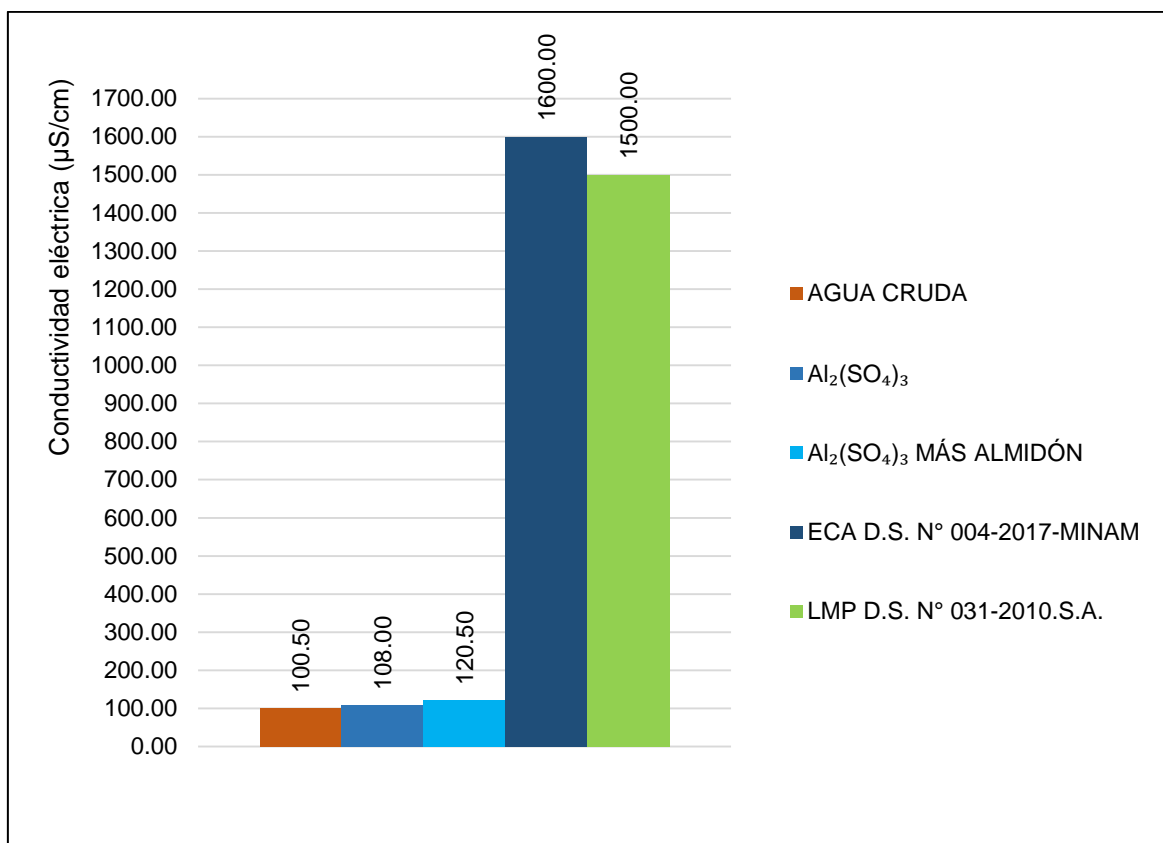
En la figura 6 se presenta los valores comparativos del potencial de Hidrogeno, donde el valor del mencionado parámetro en el agua cruda es 7.83, que al ser sometida al proceso de coagulación química con Sulfato de Aluminio disminuyó a 7.09 y con Sulfato de Aluminio más Almidón 6.87; teniendo en cuenta el D. S. N° 004-2017-MINAM, el valor de pH en el agua de la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y grupo A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional oscila entre 5.50 – 9.00 y que, tras el tratamiento debería ser contrastado con el valor establecido en el D. S. N° 031-2010-S. A. oscila entre 6.50 a 8.50, deduciéndose que los valores de pH para ambos tratamientos aplica respecto a la norma.



**Figura 7.** Color en agua de consumo humano con almidón como coadyuvante.  
Fuente: *Elaboración propia, 2021.*

### Interpretación

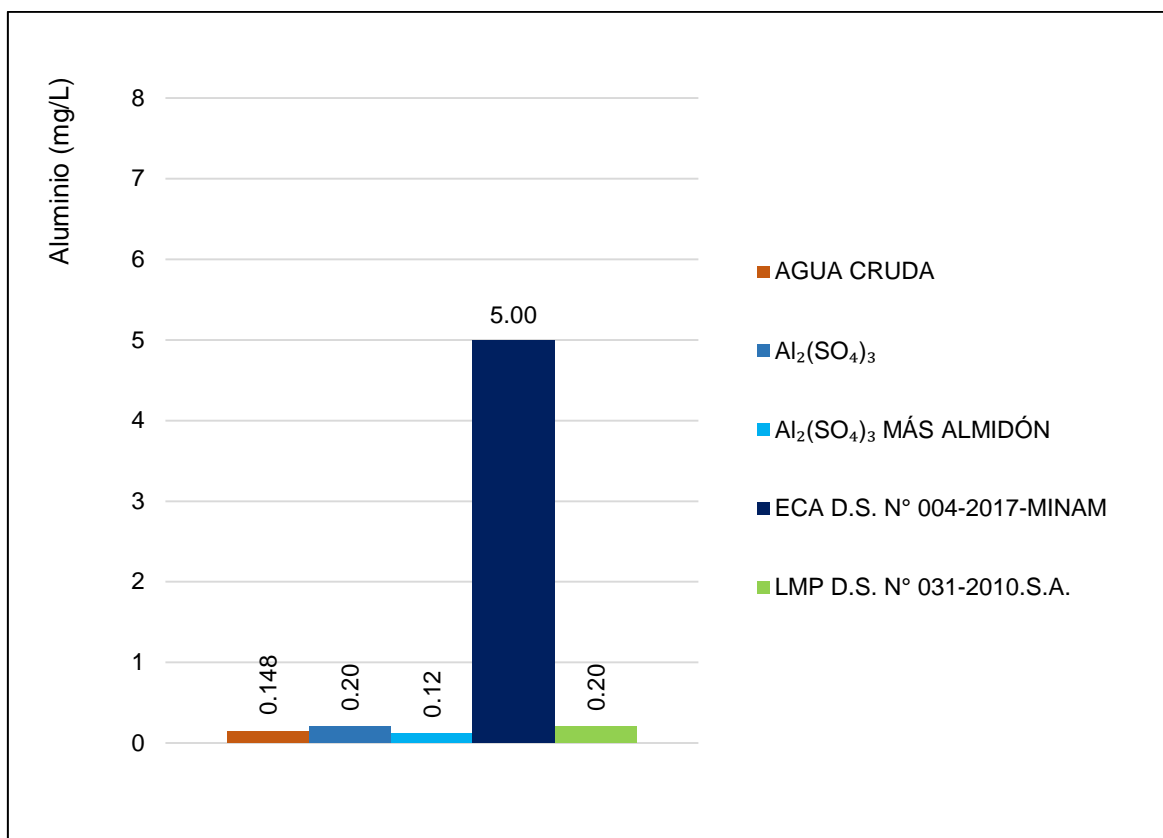
En la figura 7 se presenta los valores comparativos de color, teniendo en cuenta que el valor del mencionado parámetro en el agua cruda es de 98.00 UCV, que al ser sometida al proceso de coagulación química con Sulfato de Aluminio alcanzó una turbiedad de 50.00 UCV y con Sulfato de Aluminio más Almidón 13.00 UCV; debe considerarse además que teniendo en cuenta el D. S. N° 004-2017-MINAM, el agua cruda fue captada de una fuente perteneciente a la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y grupo A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, donde el valor normado es de 100.00 UCV y que tras el tratamiento debería ser contrastado con el valor establecido en el D. S. N° 031-2010-S. A. 15.00 UCV, por lo que se interpreta que solo valor obtenido en el segundo tratamiento aplica respecto a la norma.



**Figura 8.** Conductividad con almidón de yuca como coadyuvante.  
Fuente: *Elaboración propia, 2021.*

### Interpretación

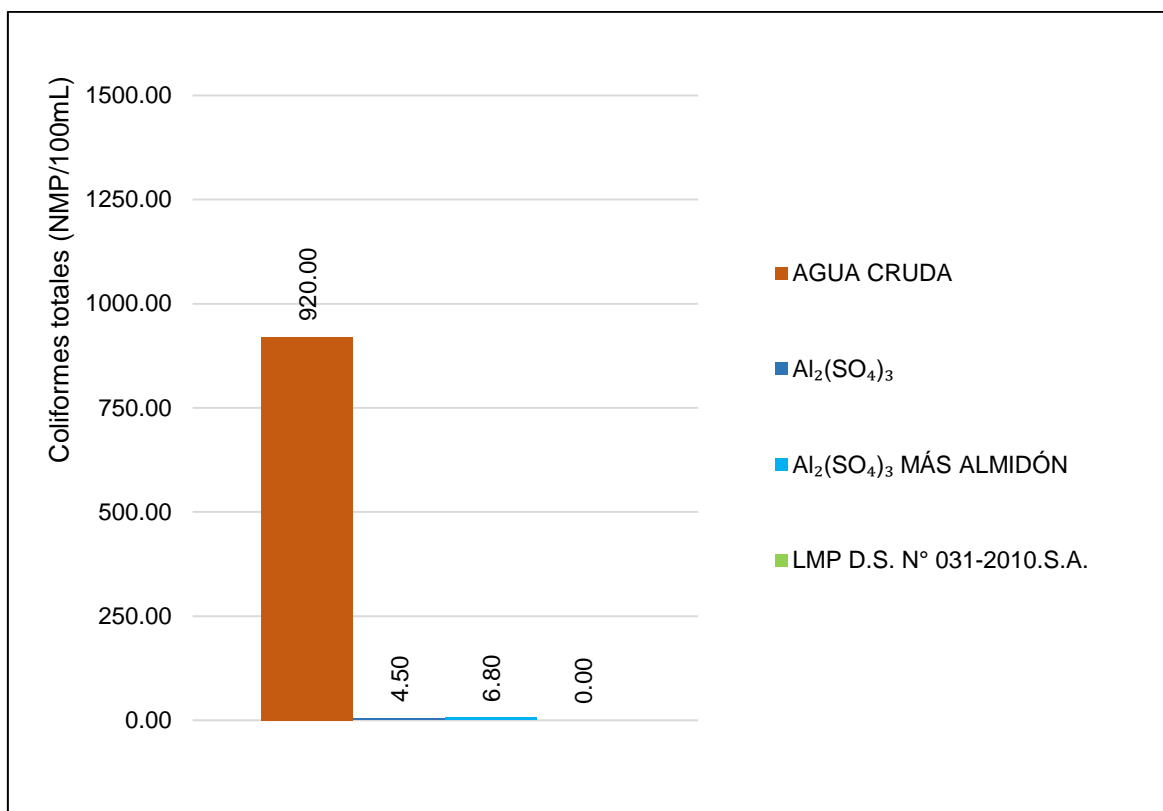
En la figura 8 se presenta los valores de conductividad eléctrica, donde el valor del mencionado parámetro en el agua cruda es de 100.50 µS/cm, que al ser sometida al proceso de coagulación química con Sulfato de Aluminio alcanzó un valor de 108.00 µS/cm y con Sulfato de Aluminio más Almidón como coadyuvante 120.50 µS/cm; debe considerarse además que teniendo en cuenta el D. S. N° 004-2017-MINAM, el agua cruda fue captada de una fuente perteneciente a la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y grupo A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, donde el valor normado es de 1600.00 µS/cm y que tras el tratamiento debería ser contrastado con el valor establecido en el D. S. N° 031-2010-S. A. correspondiente a los LMP cuyo valor es 1500.00 µS/cm. Por lo que se interpreta que los valores obtenidos para ambos tratamientos aplican respecto a la norma.



**Figura 9.** Aluminio en agua de consumo humano con almidón como coadyuvante. Fuente: *Elaboración propia, 2021.*

### Interpretación

En la figura 9 se presenta los valores del parámetro Aluminio, cuyo valor en el agua cruda fue 0.148 mg/L, que al ser sometida al proceso de coagulación química con Sulfato de Aluminio alcanzó un valor de 0.20 mg/L y con Sulfato de Aluminio más Almidón como coadyuvante 0.12 mg/L; debe considerarse además que teniendo en cuenta el D. S. N° 004-2017-MINAM, el agua cruda fue captada de una fuente perteneciente a la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y grupo A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, donde el valor normado es de 5.00 mg/L y que tras el tratamiento debería ser contrastado con el valor establecido en el D. S. N° 031-2010-S. A. correspondiente a los LMP para agua de consumo cuyo valor es 0.20 mg/L. Por lo que se interpreta que los valores obtenidos para ambos tratamientos aplican respecto a la norma.

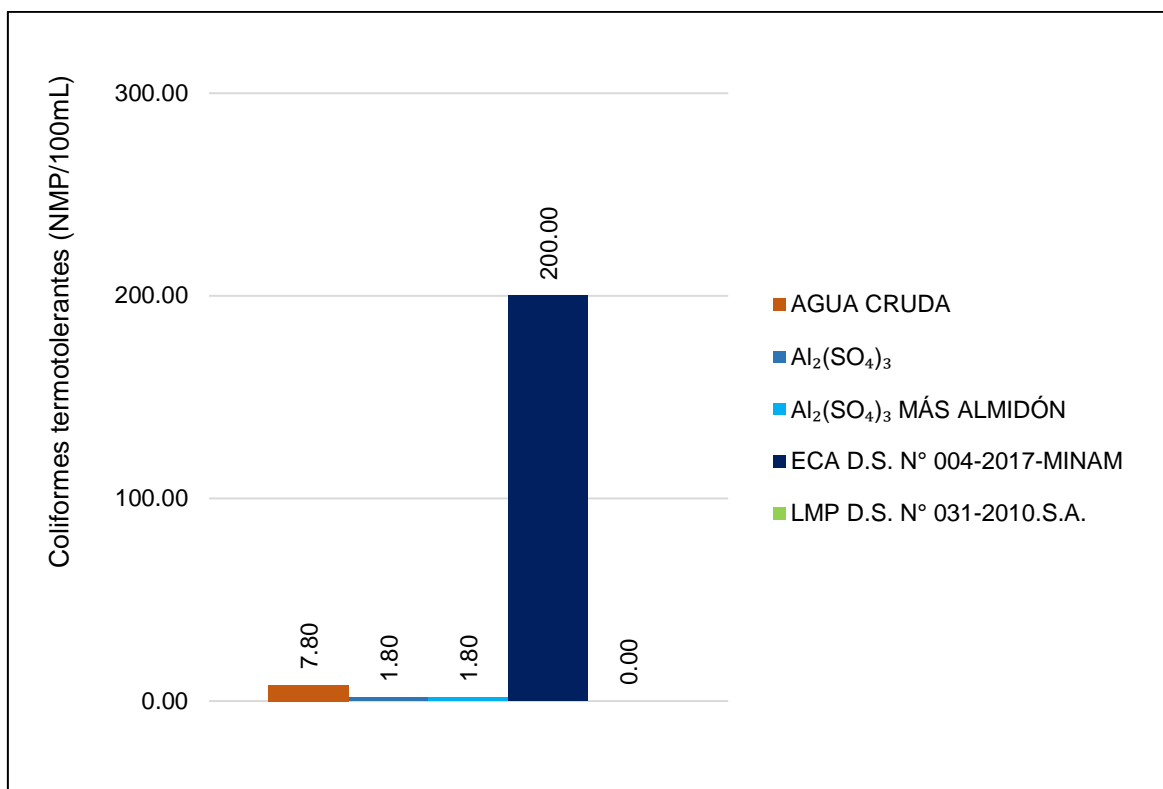


**Figura 10.** C. totales en agua de consumo humano con almidón como coadyuvante. Fuente: *Elaboración propia, 2021.*

### Interpretación

En la figura 10 se presenta los valores del parámetro Coliformes totales, cuyo valor en el agua cruda fue 920.00 NMP/100mL, que al ser sometida al proceso de coagulación química con Sulfato de Aluminio dicho valor fue reducido a 4.50 NMP/100mL y con Sulfato de Aluminio más Almidón como coadyuvante se alcanzó un valor de 6.80 NMP/100mL. Dichos valores al contrastarse con el valor establecido en el D. S. N° 031-2010-S. A. correspondiente a los LMP para agua de consumo cuyo valor es 0.00 NMP/100mL, se interpreta que los valores obtenidos para ambos tratamientos no aplican respecto a la norma.





**Figura 11.** Coliformes termotolerantes con de almidón como coadyuvante.

Fuente: *Elaboración propia, 2021.*

**Nota:** El valor 1.8 es < 1.8 establecido en el D. S. 031-2010 S.A.

### Interpretación

En la figura 11 se presenta los microbiológicos de Coliformes termotolerantes, cuyo valor en el agua cruda fue 7.80 mg/L, que al ser sometida al proceso de coagulación química con Sulfato de Aluminio y Sulfato de Aluminio más Almidón como coadyuvante se alcanzó un valor < 1.8 NMP/100mL para ambos casos; debe considerarse además que teniendo en cuenta el D. S. N° 004-2017-MINAM, el agua cruda fue captada de una fuente perteneciente a la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y grupo A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, donde el valor normado es de 200.00 NMP/100mL y que tras el tratamiento debería ser contrastado con el valor establecido en el D. S. N° 031-2010-S. A. correspondiente a los LMP para agua de consumo cuyo valor es 0.00 NMP/100mL. Por lo que se interpreta que los valores obtenidos para ambos tratamientos aplican respecto a la norma.

#### 4.4. Eficiencia de *Manihot esculenta* como coadyuvante

**Tabla 5**

Eficiencia en el tratamiento de la turbiedad con  $Al_2(SO_4)_3$  y almidón.

Tratamiento	Jarra (N°)	Turbiedad inicial (UNT)	Turbiedad final (UNT)	Tratabilidad (%)
Sulfato de Aluminio (1%)	1	75.5	8.50	88.742
	2	75.5	8.20	89.139
	<b>3</b>	<b>75.5</b>	<b>7.50</b>	<b>90.066</b>
	4	75.5	8.10	89.272
	5	75.5	8.35	88.940
	6	75.5	8.40	88.874
Sulfato de Aluminio (1%) más Almidón (3%)	1	75.5	5.10	93.245
	<b>2</b>	<b>75.5</b>	<b>4.02</b>	<b>94.675</b>
	3	75.5	5.36	92.901
	4	75.5	5.26	93.033
	5	75.5	5.49	92.728
	6	75.5	7.54	90.013

Fuente: Elaboración propia, 2021.

#### Interpretación

En la tabla 5 se presenta los valores comparativos del porcentaje de tratabilidad de la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu mediante la aplicación de sulfato de aluminio al 1% como coagulante y almidón de *Manihot esculenta* al 3% como coadyuvante; que, al ser evaluados en el test de jarras, se logró obtener una turbiedad de 7.50 UNT y 4.02 UNT respectivamente, teniendo en cuenta que la turbiedad del agua bruta fue 75.50 UNT. La interpretación correspondiente al primer tratamiento es que bajo las condiciones descritas el porcentaje de tratabilidad respecto a la turbiedad es del 90.066 %, mientras que en el segundo tratamiento el porcentaje de tratabilidad es del 94.675 %.

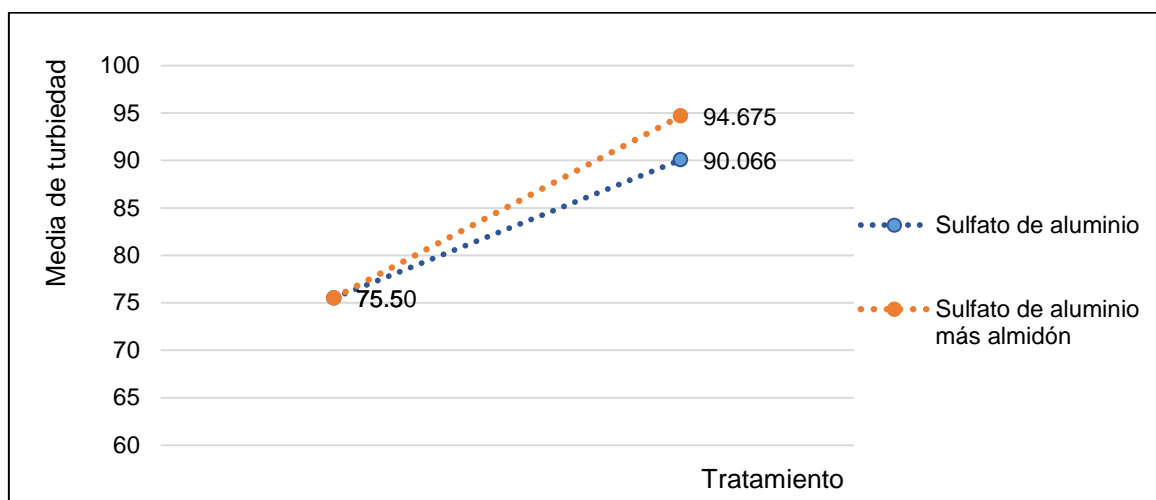
**Tabla 6**ANOVA de la variable turbiedad con aplicación de  $Al_2(SO_4)_3$  y almidón.

	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico de F</b>
Regresión	1	8350273.993	8350273.99	2.92900291	0.03507153
Residuos	4410	12572438265	2850893.03		
Total	4411	12580788539			

Fuente: Elaboración propia, 2021.

**Interpretación**

Según la tabla 6, el valor p es  $< 0.05$  al 95 % de confianza, por lo cual, se deduce que existe una relación significativa entre la variable turbiedad obtenida con aplicación de sulfato de aluminio como coagulante a una concentración 7.50 UNT y la turbiedad obtenida con aplicación de sulfato de aluminio más almidón de yuca como coadyuvante a una concentración de 4.02 UNT.

**Figura 12.** Gráfica de perfil de la variable turbiedad y tipo de tratamiento.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

**Interpretación**

El efecto de la intersección sulfato de aluminio como coagulante y almidón de yuca como coadyuvante tuvo un p-valor de 0.035, lo cual indica que existe diferencia significativa del porcentaje de tratabilidad entre los grupos del efecto mencionado. Al realizar el gráfico de perfil (Figura 12) se evidencia como interacción óptima la concentración 40.000 mg/L de sulfato de aluminio y 51.944

mg/L de almidón de yuca lo que representaría un 94.675 % de tratabilidad respecto a la turbiedad.

## V. DISCUSIÓN

Con la aplicación de Sulfato de Aluminio a una concentración de 40.000 mg/L como coagulante permitió disminuir la turbiedad desde 75.50 UNT en el agua cruda hasta 7.50 UNT lo que representaría un porcentaje de tratabilidad del 90.066 %; mientras que a esta misma concentración del coagulante y almidón de yuca a una concentración de 51.944 mg/L como coadyuvante, se logró disminuir la turbiedad desde 75.50 UNT hasta 4.02 UNT en el agua tratada, lo que representaría un porcentaje de tratabilidad del 94.675 %. El análisis de varianza para la variable turbiedad arroja un p valor  $< 0.05$  y una confianza del 95 %; lo cual permitiría interpretar que el valor de la turbiedad con aplicación de sulfato de aluminio más almidón es significativamente mayor que la obtenida solamente con sulfato de aluminio.

Teniendo en cuenta los resultados similares a la presente investigación, Gallardo & Azabache (2017) los cuales utiliza el mismo coadyuvante como alternativa de tratamiento primario para recuperar la calidad del agua del río Shanusi, donde la dosis óptima para almidón de yuca se obtuvo a una concentración del 2% de sulfato de aluminio añadiendo 40mg/L a 250 RPM mezcla rápida (1.5 min), 38 RPM mezcla lenta (15 min), sedimentación (10 min), logrando así disminuir 96.82% de turbidez, 25.95% de STD, 73.39% de color y mantiene el pH dentro del LMP de 6.5-8.5. Así mismo, Maldonado & Azabache (2018), se proponen como objetivo determinar en qué medida el almidón de yuca remueve la turbidez y color; concluyendo que el clarificante de yuca removió el 48% al color y en un 50% la turbidez del agua de la quebrada, no afecta el pH, y obteniendo la concentración óptima de 1% de almidón en solución. La turbiedad está relacionada con la transparencia del agua, la cual se debería a diferentes materiales en suspensión, como la arcilla, cieno o materias orgánicos e inorgánicos finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos; Según Baird, Eaton, & Rice (2017, p. 12) la turbiedad es un factor decisivo para la calidad y productividad.

La dosis óptima del sulfato de aluminio como coagulante y almidón de *Manihot esculenta* como coadyuvante evaluados en el test de jarras para tratar la turbiedad del agua cruda (75.50 UNT) de la quebrada Ahuashiyacu; la dosis óptima en el proceso de coagulación se presentó en la jarra 3, donde el volumen empleado fue 8 mL y una concentración de 40 mg/L a partir de una solución al 1%, logrando reducir dicha turbiedad hasta 7.50 UNT; mientras que en el proceso con aplicación de almidón de *Manihot esculenta* con un volumen de 3.4 mL y una concentración de 51.944 mg/L a partir de una solución al 3%, se logró reducir el mencionado parámetro hasta 4.02 UNT.

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos como el pH, color, conductividad eléctrica y concentración de aluminio adicionalmente de forma paralela a la evaluación de la turbiedad en el agua cruda de la quebrada Ahuashiyacu. Donde el valor del pH en el agua cruda fue 7.83 y el final post el tratamiento fue 6.87; el valor del color en un inicio fue 98.00 UCV y post el tratamiento se logró reducir hasta 13 UCV; la conductividad al inicio fue 100.50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y post el tratamiento fue 120.50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; el valor de aluminio en el agua cruda fue 0.148 mg/L y post el tratamiento se logró reducir hasta 0.12 mg/L. Para todos los casos teniendo en cuenta los valores establecidos en el D. S. N° 031-2010-S. A. Calidad de agua para consumo humano aplicaría. Según Maldonado & Azabache (2018), es suficiente que un parámetro supere los valores establecidos para considerarlo al recurso que no aplica de acuerdo a la norma. Según Baird, Eaton, & Rice (2017, p. 164) el color estaría condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), de humus y turbas, de plancton, de restos vegetales y de residuos industriales. Tal coloración se elimina para adaptar un agua a usos generales e industriales. Las aguas residuales industriales coloreadas suelen requerir la supresión del color antes de su desagüe. El color se asocia al concepto de *color puro*, es decir, el color del agua cuya turbidez ha sido eliminada, mientras que el *color aparente* engloba no sólo el color debido a las sustancias disueltas,

sino también a las materias en suspensión. Tal color aparente se determina en la muestra original sin filtrado ni centrifugado

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar la corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de la medición. Las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas tienen una conductividad muy escasa o nula. Las unidades se expresan en ohmios, mhos por centímetro, el recíproco es el siemens (S) y la conductividad se expresa en milisiemens por metro (mS/m);  $1 \text{ mS/m} = 10 \text{ } \mu\text{mhos/cm}$ . Para expresarlo, divídase  $\mu\text{mhos/cm}$  por 10; el agua destilada presentaría una conductividad de 0,5 a 2  $\mu\text{mhos/cm}$ , en las aguas potables generalmente oscila entre 50 y 1.500  $\mu\text{mhos/cm}$ . La conductividad de las aguas residuales domésticas puede estar próxima a la del suministro hídrico local, aunque algunos residuos industriales exhiben conductividades superiores a 10.000  $\mu\text{mhos/cm}$  Según Baird, Eaton, & Rice (2017, p. 225). El aluminio ocupa el tercer lugar en orden de abundancia entre los elementos de la corteza terrestre, formando parte de minerales, rocas y arcillas. Esta amplia distribución es la causa de la presencia del aluminio en casi todas las aguas naturales como sal soluble, coloide o compuesto insoluble. El aluminio soluble, coloidal e insoluble puede encontrarse también en aguas tratadas o en aguas residuales como residuo de la coagulación con material que contiene aluminio. El agua filtrada en una moderna instalación de filtración rápida con arena no tendrá una concentración de aluminio inferior a 50  $\mu\text{g/l}$  Según Baird, Eaton, & Rice (2017, p. 3, 70).

La evaluación de los parámetros microbiológicos como coliformes totales y coliformes termotolerantes; en el caso del primero el valor en el agua cruda fue 920.00 NMP/100mL, que al ser sometida al proceso de coagulación química con Sulfato de Aluminio dicho valor fue reducido a 4.50 NMP/100mL y con Sulfato de Aluminio más Almidón como coadyuvante se alcanzó un valor de 6.80 NMP/100mL. Dichos valores al contrastarse con el valor establecido en el D. S. N° 031-2010-S. A. correspondiente a los LMP para agua de consumo cuyo valor es

0.00 NMP/100mL, se interpreta que los valores obtenidos para ambos tratamientos no aplican respecto a la norma. Para el caso de coliformes termotolerantes, cuyo valor en el agua cruda fue 7.80 mg/L, que al ser sometida al proceso de coagulación química con Sulfato de Aluminio y Sulfato de Aluminio más Almidón como coadyuvante se alcanzó un valor < 1.8 NMP/100mL para ambos casos; debe considerarse además que teniendo en cuenta el D. S. N° 004-2017-MINAM, el agua cruda fue captada de una fuente perteneciente a la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y grupo A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, donde el valor normado es de 200.00 NMP/100mL y que tras el tratamiento debería ser contrastado con el valor establecido en el D. S. N° 031-2010-S. A. correspondiente a los LMP para agua de consumo cuyo valor es 0.00 NMP/100mL. Por lo que se interpreta que los valores obtenidos para ambos tratamientos aplican respecto a la norma. Los coliformes totales está formado por todas las bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gramnegativas, no formadoras de esporas y con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C (Pag 1336). Se caracterizan por producir aldehídos a partir de la fermentación de la lactosa, aunque esta característica bioquímica forma parte de la vía metabólica de la producción de gas en la prueba de los tubos múltiples, pueden observarse variaciones en el desarrollo del brillo metálico entre las distintas cepas de coliformes Según Baird, Eaton, & Rice (2017, p. 1358). Los coliformes termotolerantes, es la suma de los coliformes, son indicadores, ya que indican la existencia de heces humanas o animales. En las heces se encuentran una gran variedad, aunque *E. coli* se encuentra casi siempre en las contaminaciones recientes procedentes de animales de sangre caliente. Los géneros *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* y *Escherichia* representan la mayor parte de los microorganismos aislados en aguas naturales y suministros de aguas municipales tratadas, siendo *Enterobacter* el que se aísla frecuentemente, si bien no todos los coliformes tienen necesariamente su origen en las aguas de alcantarilla. *E. coli* es el coliforme más afectado por los tratamientos habituales del agua. Algunos son saprofitos de vida libre, se multiplicarían en lavaderos, cuerdas de piscina y empaquetadoras y en tuberías. Estos tienen valor en el momento de determinar la

fuente de la que procede el aumento de su densidad y que es consecuencia de la multiplicación de microorganismos sobre o dentro de materiales orgánicos. Su presencia del mismo tipo y en gran número en el agua de pozo, manantial o grifo sugiere que se ha producido la citada multiplicación Según Baird, Eaton, & Rice (2017, p. 1360).

## **VI. CONCLUSIONES**

1. La turbiedad del agua cruda de la captación Ahuashiyacu fue de 75.50 UNT y post la aplicación de Sulfato de Aluminio como coagulante más Almidón como coadyuvante se alcanzó un valor de 4.02 UNT.
2. La dosis optima del sulfato de aluminio como coagulante y almidón de *Manihot esculenta* como coadyuvante, evaluados en el test de jarras, la dosis óptima para el tratamiento 1 se presentó en la jarra 3 (8 mL, 40 mg/L de una solución al 1%) donde la turbiedad final fue de 7.50 UNT; por su parte para el tratamiento 2, se presentó en la jarra 2 (3.4 mL, 51.944 mg/L de una solución al 3%) donde la turbiedad final fue de 4.02 UNT.
3. Los valores de pH, color, conductividad, aluminio, coliformes totales y termotolerantes en el agua cruda fueron 7.83, 98.00 UCV, 100.50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 0.148 mg/L, 920.00 NMP/100mL y 7.80 mg/L respectivamente y post la aplicación de Sulfato de Aluminio más Almidón como coadyuvante se logró obtener 6.87, 13.00 UCV, 120.50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 0.12 mg/L y un valor  $< 1.8$  NMP/100mL para los parámetros microbiológicos respectivamente.
4. La solución de Sulfato de Aluminio como coagulante a una concentración de 40 mg/L y el Almidón como coadyuvante a una concentración de 51.944 mg/L fueron las dosis optimas que permitieron alcanzar un 94.675 % de tratabilidad respecto a la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu.



## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar diferentes muestreos al agua de la quebrada Ahuashiyacu en cada uno de las temporadas (avenida y estiaje), para definir las variaciones de turbiedad, puesto que las características de la quebrada varían.
2. Realizar diferentes ensayos de dosificación de  $Al_2(SO_4)_3$  dependiendo de los valores de turbiedad, teniendo en cuenta que es un coagulante químico.
3. Para el tratamiento del agua con la aplicación de coadyuvante (almidón de yuca), realizar estudios específicos acerca del color, debido a que se observó que al adicionar este coadyuvante disminuye notablemente, ya que es uno de los parámetros que se encuentra cerca de los Límites máximos permisibles.
4. Realizar una adecuada dosificación con respecto al almidón de yuca, teniendo en cuenta que actúa junto al sulfato de aluminio, puesto a que puede variar de forma significativa los parámetros alejándolos de los límites máximos permisibles.
5. Para futuras investigaciones se recomienda experimentar el tratamiento con diversos tipos de coadyuvante de tipo carbohidratos, con la intención de mejorar los rendimientos en la remoción de turbiedad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., & Cruz, R. K. (2018). Sustancias naturales: Alternativa para el tratamiento de agua del río Magdalena en Palermo, Colombia. *Información Tecnológica*, 29(3), 59–70. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000300059>
- Anastasakis, K., Kalderis, D., & Diamadopoulos, E. (2009). Flocculation behavior of mallow and okra mucilage in treating wastewater. *Desalination*, 249(2), 786–791. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.09.013>
- Arboleda, J. (1992). *Teoría de la coagulación del agua*. Colombia.
- Arevalo, C. (2020). *Estudio hidrológico de la unidad hidrográfica menor de la microcuenca de la quebrada Ahuashiyacu, ubicado en el departamento de San Martín* (pp. 1–19). pp. 1–19. Tarapoto - Perú.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación* (6th ed.; E. Episteme, Ed.). Caracas.
- Baird, R., Eaton, A., & Rice, E. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.; AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Ed.). Washington - EE UU.
- Barba, L. (2002). Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición. In *Universidad Del Valle*. Santiago de Cali.
- Barraa Guardado, R. H., Martínez Córdova, L. R., Enríquez Ocaña, L. F., Martínez Porchas, M., Miranda Baeza, A., & Porchas Cornejo, M. A. (2014). Efecto de efluentes de granjas camaronícolas sobre parámetros de la calidad del agua y del sedimento frente a la costa de Sonora, México. *Ciencias Marinas*, 40(4), 221–235. <https://doi.org/10.7773/cm.v40i4.2424>
- Barrenechea, A. (2004a). Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. *Organización Panamericana de La Salud*, pp. 1–54. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Barrenechea, A. (2004b). Tratamiento de aguas para consumo humano. In *Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: teoría*. (Vol. 1). Lima - Perú.
- Beltrán, J., Sánchez, J., Delgado, A., & Jurado, C. (2009). Removal of Alizarin Violet 3R (anthraquinonic dye) from aqueous solutions by natural coagulants. *Journal of Hazardous Materials*, 170(1), 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.04.131>
- Bravo, M. (2017). *Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Cegarra, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica* (1a ed.; EDIGRAFOS S.A., Ed.). Madrid - España.
- Choque, D., Choque, Y., Solano, A., & Ramos, B. (2018a). Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. *Tecnología Química*, 38(2), 298–309. Retrieved from

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852018000200008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852018000200008)

- Choque, D., Choque, Y., Solano, A., & Ramos, B. (2018b). *Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua*. 12.
- Cohaila, M. A. C., & Cáceres, E. Ó. A. (2020). Effect of moringa seeds (*Moringa oleifera* lam.) on the conditions for clarification of water from the sama river of Tacna. *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann*, 86(1).
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2011). Agua en el mundo. In CONAGUA (Ed.), *Estadísticas del agua en México* (12th ed., pp. 1–126). Ciudad de México.
- Cusiche, L., & Miranda, G. (2019). Contaminación por agua residuales e indicadores de calidad en la reserva nacional “Lago Junin”, Perú. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6), 1433–1447. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7108554>
- Degrémont. (1979). *Manual Técnico del Agua* (4th ed.; GRAFO S.A., Ed.). Bilbao - España.
- Dirección General de Salud Ambiental. *Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano*. , Pub. L. No. R. D. N° 160, 23 (2015).
- Durán, J., Morales, M., & Yusti, R. (2005). Formulación para la obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca, variedad MBRA 383. *Guillermo de Ockham: Revista Científica*, 3(2), 127–133. <https://doi.org/10.21500/22563202.484>
- Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de San Martín Sociedad Anónima. *Plan operativo institucional 2019*. , (2018).
- Espinoza, V., Castillo, R., & Rovira, D. (2014). *Parámetros físico-químicos y microbiológicos como indicadores de la calidad de las aguas de la subcuenca baja del Río David, Provincia de*. Universidad Tecnológica Oteima.
- Fuentes, N., Molina, E., & Ariza, C. (2016). Coagulantes naturales en sistemas de flujo continuo, como sustituto del  $Al_2(SO_4)_3$  para clarificación de aguas. *Producción + Limpia*, 11(2), 41–54. <https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a4>
- Gallardo, A., & Azabache, Y. (2017). *Tratamiento primario de las aguas del río Shanusi, utilizando almidón de yuca comparado con sulfato de aluminio, en el centro poblado de Pampa Hermosa, Yurimaguas, 2016* (Universidad Nacional de San Martín). Retrieved from [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2484/Tesis Completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2484/Tesis%20Completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gorgas, J., Cardiel, N., & Zamorano, J. (2011). *Estadística básica para estudiantes de ciencias* (1ra ed.; COMPLUPRINTS, Ed.). Madrid - España.
- Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras - Conductividad. In *Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas*

- Acuáticos (RED MAPSA)*. Grupo de Investigación en Ecología Básica y Aplicada de la Asociación Civil sin Fines de Lucro Investigación y Desarrollo.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. del P., Méndez, S., & Mendoza, C. P. (2015). *Metodología de la investigación* (6th ed.; McGRAW-HILL, Ed.). México.
- Hidalgo, W., Cayao, P., & Romero, D. (2019). *Eficiencia de la Moringa Oleifera para el tratamiento de agua residual doméstica con fines de recuperación y aprovechamiento en el riego de vegetales*. Universidad Peruana Unión.
- Jhorvys, V., & Ruiz, R. (2018). Eficacia de un coagulante a base de aloe vera para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas. Moyobamba, 2018. Universidad Cesar Vallejo.
- Kirchmer, J., Arboleda, J., & Castro, M. (1975). Polímeros naturales y su aplicación como ayudantes de floculación. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 01(01), 1689–1699.
- López, M. (2018). *Evaluación del uso de la cactacea Opuntia ficus-indica como coagulante natural para el tratamiento de aguas* (Vol. 1). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Maldonado, A., & Azabache, Y. (2018). *Aplicación del clarificante de origen natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano quebrada Juninguillo – La Mina, Moyobamba – San Martín* (Universidad Nacional de San Martín). Retrieved from [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3024/ADMINISTRACION - Pamela Jhosymar Valles Vásquez %26 Martha Ruth Guerra Pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3024/ADMINISTRACION-PamelaJhosymarVallesVásquez%26MarthaRuthGuerraPinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Marín, R. (1998). “Jar-test” en el tratamiento de aguas: Una valiosa herramienta. 15.
- Mayhua, Y. N. (2018). Evaluación del coagulante natural almidón de Calathea allouia (Dale dale) para remover parámetros de turbidez y color en el agua de consumo del manantial Chorrobamba - Cacatachi, 2018 (Universidad Cesar Vallejo). Retrieved from [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/13999/Mayhua\\_TYN.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18362/Peixoto\\_PEF.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0QfQkMWRrwpmbiRoQ99STBy6r2BevFdD-dSP\\_Wi5JEIshyNYe--](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/13999/Mayhua_TYN.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18362/Peixoto_PEF.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0QfQkMWRrwpmbiRoQ99STBy6r2BevFdD-dSP_Wi5JEIshyNYe--)
- Metcalf, & Eddy. (2000). *Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización* (3rd ed.; McGraw-Hill, Ed.). Madrid - España.
- Meza, M., Riaños, K., Mercado, I., & Olivero, R. (2018). Evaluation of the coagulant power of aluminum sulfate and Moringa oleífera seeds in the clarification process of water in the swamp of Malambo, Atlántico. *Revista UIS Ingenierías*, 17(2), 95–103.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Caracterización y análisis de aguas residuales* (pp. 1–47). pp. 1–47. Lima - Perú.

- Ministerio del Ambiente. *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.* , Pub. L. No. D. S. N° 004, 10 (2017).
- Murrieta, E., & Azabache, Y. (2017). *Determinación de la influencia del proceso de coagulación - floculación en la calidad del agua residual del camal municipal de la ciudad de Rioja - San Martín, 2016.* Universidad Nacional de San Martín.
- Navarro, A., Maldonado, H., Campos, K., & Ramos, K. (2006). Elucidación del efecto del pH en la adsorción de metales pesados mediante biopolímeros naturales: cationes divalentes y superficies activas. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 7(2), 113–126.
- Olivero, R., Aguas, Y., Mercado, I., Casas, D., & Montes, L. E. (2014). Utilización de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. *Avances Investigación En Ingeniería*, 11(1), 70. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.302>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable* (3rd ed., Vol. 23; OMS, Ed.). Ginebra - Suiza.
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *Agua.*
- Ospina, B., & Ceballos, H. (2002). *La yuca en el tercer milenio* (1st ed.; Gráficas S.A., Ed.). Cali - Colombia.
- Pérez, C., León, F., & Delgadillo, G. (2013). Tratamiento de aguas. In *Tratamiento de aguas.* Ciudad de México.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2017). *Hacia un planeta sin contaminación.* Nairobi - Kenia.
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas. (2017). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. In *Aguas residuales: El recurso no explotado.* París, UNESCO (1st ed.). Paris - Francia.
- Pulpón, A., Fuentelsalz, C., & Icart, M. (2001). *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina* (1st ed.; Ube, Ed.). Barcelona - España.
- Qudsieh, I., Fakhru, A., Kabbashi, N., Mirghani, M., Fandi, K., Alam, M., ... Nasef, M. (2008). Preparation and Characterization of a New Coagulant Based on the Sago Starch Biopolymer and Its Application in Water Turbidity Removal. *Journal of Applied Polymer Science*, 109(5), 2658–2667. <https://doi.org/10.1002/app>
- Satterfield, Z. (2005). Jar Testing. *On Tap*, 5(1), 1–4.
- Solis, R., Laines, J., & Hernández, J. (2012). Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(3), 229–236.
- Valdez, E., & Vásquez, A. (2003). Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales. In Fundación ICA (Ed.), *Fundación Ica* (1st

ed.). Retrieved from

[http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/ingenieria\\_de\\_los\\_sistemas\\_de\\_tratamiento\\_y\\_disposicion\\_de\\_aguas\\_residuales\\_civiles.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/ingenieria_de_los_sistemas_de_tratamiento_y_disposicion_de_aguas_residuales_civiles.pdf)

Vecco, C., Díaz, J., Sangama, B., Guerra, C., & Tuanama, J. (2015). Estado actual de los valores de diversidad biológica en el corredor de conservación de la microcuenca Shilcayo ( ACR Cordillera Escalera – Tarapoto ). Centro URKU, Tarapoto - Perú.

Vivas, K. (2011). Análisis y parámetros físicos – químicos en el tratamiento de aguas residuales y potables realizado en el Centro de Investigaciones de Microbiología Aplicadas ( CIMA ). *Universidad de Carabobo*, p. 20. Valencia.

Yin, C.-Y. (2010). Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. *Process Biochemistry*, *45*, 1437–1444.  
<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2010.05.030>

## **ANEXOS**

**Anexo 1. Carta para solicitar el acceso al laboratorio de EPS EMAPA SAN MARTIN S.A. (Hoja 1: 1)**

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Tarapoto, 03 de febrero de 2021

**Carta N° 001 – 2021 – MDF/NSG**



**A** : **ANALYN GARCIA TORRES**  
Jefe de la Oficina de Producción de Agua Potable  
EMAPA SAN MARTIN S.A.

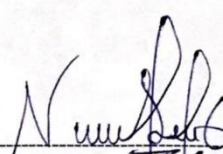
**ASUNTO** : Permiso para ingresar y recolectar muestras de agua de la  
planta de tratamiento de agua potable Ahuashiyacu e ingresar  
al laboratorio del área de producción

Por medio del presente, me dirijo a usted para saludarla cordialmente y al mismo tiempo, mencionarle que las suscritas **Milagros Davila Flores** identificada con **DNI 70082479** y **Nedith Saavedra García** identificada con **DNI 41481927**, se encuentran realizando el proyecto de tesis "**Eficiencia coadyuvante de Manihot esculenta para la remoción de la turbiedad del agua de la quebrada Ahuashiyacu – La Banda de Shilcayo, 2021**", con el propósito de obtener el título profesional en la carrera de Ingeniería Ambiental. Teniendo como fin la ejecución del mencionado proyecto, se plantea recolectar muestras de agua al ingreso a la PTAP Ahuashiyacu, y en instancia realizar el proceso de tratamiento mediante la utilización del TEST de JARRAS.

Según lo expuesto, solicito a su despacho la autorización respectiva para el ingreso a las instalaciones de la PTAP AHUASHIYACU para la recolección de las muestras, e ingreso a las instalaciones del laboratorio de la oficina de Producción para la utilización del TEST DE JARRAS, el día 08 de marzo del presente año.


Es todo cuanto informo a usted para su conocimiento y demás fines.

  
\_\_\_\_\_  
Milagros Davila Flores  
DNI 70082479

  
\_\_\_\_\_  
Nedith Saavedra Garcia  
DNI 41481927



## Anexo 2. Validación del instrumento – Formato de registro de ensayo (Hoja 1: 3).



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### 3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Carbajal Mogollón Henry.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Consultor Ambiental.  
 1.2. Especialidad o línea de investigación: Mg. Ingeniero Ambiental.  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Registro de ensayo.  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Davila Flores Milagros  
 Saavedra García Nedith


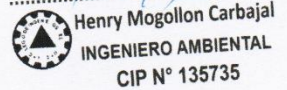
**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje Comprensible.												X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y Principios científicos.												X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación 90
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación 10

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 90%

Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 3. Validación del instrumento – Formato de registro de ensayo (Hoja 2: 3).**



**3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres : Rodríguez Paraura, María Señora  
 1.2. Cargo e institución donde labora : Consultor Ambiental  
 1.3. Especialidad o línea de investigación : Mtro. Ingeniero Ambiental  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Registro de ensayo  
 1.4. Autor(A) de Instrumento : Davila Flores Milagros  
 Saavedra García Nedith

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje Comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y Principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

90  
10

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90%

*[Handwritten Signature]*  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP. N° 153434

Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 4. Validación del instrumento – Formato de registro de ensayo (Hoja 3: 3).**



**3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres : *Lozano Chung, Andi*  
 1.2. Cargo e institución donde labora : *TUSAN INGENIEROS CONSULTORES SAC*  
 1.2. Especialidad o línea de investigación : *Ingeniería Ambiental*  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Formato de Registro de Ensayo*  
 1.4. Autor(A) de Instrumento : Davila Flores Milagros  
 Saavedra García Nedith

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y Principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

90  
10

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90%




Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 5.** Certificado de calibración del turbidímetro del Laboratorio de la EPS EMAPA SAN MARTIN S.A. (Página 1 de 1)

<b>OMEGA PERU S.A.</b>		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>	
		0074-OP.M-2020	
<b>ÁREA DE METROLOGÍA</b>			
Solicitante	:	EMAPA SAN MARTIN S.A.	
Dirección	:	Jr. Federico Sanchez N° 900 - Tarapoto	
Expediente	:	28110	
Referencia	:	O/S N° 000767	
Instrumento de Medición	:	TURBIDIMETRO	
Alcance de Indicación	:	0 NTU a 4000 NTU	
Resolución	:	0.001 / 0,01 NTU / 0,1 NTU / 1 NTU	
Marca	:	Hach Co.	
Modelo	:	TL 2300	
Serie	:	2018080C0094	
Código	:	S/N	
Procedencia	:	U.S.A	
<b>Método de Calibración</b>			
La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento PC-OMEGA-004 para la Calibración de Turbidímetro			
Fecha de Calibración	:	02/06/2020	
Lugar de Calibración	:	LABORATORIO DE METROLOGIA - OMEGA PERU S.A	
<b>Condiciones Ambientales</b>			
Temperatura	:	20 °C	
Humedad Relativa	:	81 %	
Presión Atmosférica	:	1001 mbar	
<b>Patrones de Referencia</b>			
Estandar Formacina Marca HACH Stabcal (**)		N° de Lote	
N° de Catalogo 26601-01 Solución 20 NTU		A9150A	
N° de Catalogo 26604-01 Solución 200 NTU		A9142	
N° de Catalogo 26606-01 Solución 1 000 NTU		A9150	
N° de Catalogo 2461-02 Solución 4 000 NTU		A9205	
<b>Resultados</b>			
Indicación (NTU)	Valor de referencia (NTU)	Corrección (NTU)	Incertidumbre (NTU)
20.0	20.4	0.4	0.3
201	203.6	2.9	3.1
999	1015.8	16.8	14.4
4036	4019.0	-17.0	57.74
<b>Incertidumbre</b>			
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.			
<b>Observaciones</b>			
- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.			
- Con fines de identificación de la condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva			
(**) Aceptado como estándar Primario por the United States Environmental Protection Agency (USEPA)			
Sello	Fecha de Emisión:	02/06/2020	Responsable del Área de Metrología
	Realizado por:		
	LIZ NOLBERTO GAONA Técnica Metrologa Servicio Técnico OMEGA PERU S.A	Ing. FELIX CAMARENA F. CIP 088393 Jefe de Servicio Técnico OMEGA PERU S.A.	
Pág 1 / 1			
Prohibida su reproducción total o parcial de este documento Av. Oscar R. Benavides N° 1593 Int. A. Urb. Chacra Rios Norte Lima / Telfs.: 336-6523 • 657-6206 • 657-6207 e-mail: metrologia@omegaperu.com.pe			

Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 6.** Certificado que acredita al Laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A. (Hoja 1: 2)



Registro N° OCSG - 006

**ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICE S.A (EQUAS S.A.)**  
Contracting Entity: Manzana I Lote - N° 74, Urbanización Naranjito - Puente Piedra, Lima - Perú.

*Bureau Veritas Certification certify that the Management System of the above organisation has been audited and found to be in accordance with the requirements of the management system standards detailed below*

---

**ISO 9001:2015**  
*Scope of certification*

---

**SERVICIOS DE LABORATORIO (ANÁLISIS QUÍMICO PARA MUESTRAS AMBIENTALES DE AGUA, AIRE, SUELO Y MICROBIOLÓGICOS). MONITOREO, ESTUDIOS Y PROYECTOS AMBIENTALES (ALCANCE TÉCNICO PARA LAS ACTIVIDADES DE MONITOREO DE AGUAS Y AIRE). CONSULTORÍA AMBIENTAL (ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL).**

**\*Exclusión Permitida: 8.3 Diseño y desarrollo de productos y servicios**

**LABORATORY SERVICES (CHEMICAL ANALYSIS FOR ENVIRONMENTAL SAMPLES OF WATER, AIR, SOIL AND MICROBIOLOGICAL). MONITORING, STUDIES AND ENVIRONMENTAL PROJECTS (TECHNICAL SCOPE FOR WATER AND AIR MONITORING ACTIVITIES). ENVIRONMENTAL CONSULTING (PREPARATION OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT DOCUMENTS).**

**\*Permitted Exclusion: 8.3 Design and development of products and services**


Original cycle start date: **16-October-2015**  
Expiry date of previous cycle: **N.A.**  
Recertification Audit date: **N.A.**  
Recertification cycle start date: **14-September-2018**

Subject to the continued satisfactory operation of the organization's Management System, this certificate expires on: 13-September-2021

Certificate No. **PE18.0034-I** Version: **No.00** Revision date: **14-September-2018**

Local office: **Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 390 – Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1402, Lima 27, Perú.**



Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability of the management system requirements may be obtained by consulting the organisation.  
To check this certificate validity please call: **51-1-422 9000**



Certificate Template single site rev3.3 1 / 1 January 30, 2017

Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 7.** Certificado que acredita al Laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A. (Hoja 2: 2)

<b>Certificado</b>		<b>INACAL</b> Instituto Nacional de Calidad Acreditación
	La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación a:	
<b>Environmental Quality Analytical Services S.A. – EQUAS S.A.</b>		
<b>Laboratorio de Ensayo</b>		
En su sede ubicada en: Panamericana Norte Km. 28.5, Mz. I, Lte 74, Urb. Naranjito, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima, departamento de Lima		
Con base en la norma <b>NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración</b>		
Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.		
Fecha de Acreditación: 28 de octubre de 2018 Fecha de Vencimiento: 27 de octubre de 2022		
		
<b>MARÍA DEL ROSARIO URÍA TORO</b> Directora (e), Dirección de Acreditación - INACAL		
Cédula N° : 0935-2018-INACAL/DA Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N° 043-2014/INDECOPI-SNA Registro N° : LE-030		Fecha de emisión: 24 de enero de 2019
<small>El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web <a href="http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados">www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados</a> al momento de hacer uso del presente certificado. La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).</small>		
DA-acr-01P-02M Ver: 02		

Fuente: Copia del documento original, 2021.







**Anexo 10.** Resultados de la caracterización del agua cruda de la quebrada Ahuashiyacu (Hoja 1: 3)



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



**INFORME DE ENSAYO N° A0101/21**

**Solicitante** : NEDITH SAAVEDRA GARCÍA  
**Dirección** : Tarapoto – San Martín

**Procedencia** : TARAPOTO – PLANTA DE TRATAMIENTO AHUASHIYACU  
**Distrito:** Banda de Shilcayo - **Provincia:** San Martín -  
**Departamento:** San Martín

**Matriz de la Muestra** : Agua Superficial

Fecha de Muestreo : 08 - Marzo - 2 021  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Marzo - 2 021 / 17:15 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 11 al 12 - Marzo - 2 021

Código Interno: L0101/21

PARÁMETROS	0101-1 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M1 - 1 <sup>(b)</sup> (08:00 h)		
Color Verdadero	98,00	UC	APHA 2120 C (***) (*)
Conductividad Eléctrica	100,50	µmho/cm	APHA 2510 B
Turbidez	75,50	NTU	APHA 2130 B (***) (*)
pH	7,83	Unidad de pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B (***) (*)

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

- (\*\*\*) Los resultados de Color Verdadero, Turbidez y pH son referenciales, porque no cumplen con los requisitos de control de calidad. Se efectuó el análisis a solicitud del cliente.

Lima, 12 de Marzo de 2 021.

**EQUAS S.A.**  
  
Ing. Eusebio Victor Córdor Evaristo  
Gerente General



*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Director Gerente – EQUAS S.A.*

*Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.*

*Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimemente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.*

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00  
Fecha: 17-10-2 019

Dirección de Laboratorio: Mz. 1 Lote 74, Urb. Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 1 de 3

Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 11.** Resultados de la caracterización del agua cruda de la quebrada Ahuashiyacu (Hoja 2: 3)



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



**INFORME DE ENSAYO N° A0101/21**

**Solicitante** : NEDITH SAAVEDRA GARCÍA  
**Dirección** : Tarapoto – San Martín

**Procedencia** : TARAPOTO – PLANTA DE TRATAMIENTO AHUASHIYACU  
**Distrito:** Banda de Shilcayo - **Provincia:** San Martín -  
**Departamento:** San Martín

**Matriz de la Muestra** : Agua Superficial

Fecha de Muestreo : 08 - Marzo - 2 021  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Marzo - 2 021 / 17:15 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 11 al 12 - Marzo - 2 021

Código Interno: L0101/21

PARÁMETROS	0101-2 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M1 - 2 <sup>(b)</sup> (08:03 h)		
<b>Microbiológicos</b>			
Coliformes Totales (NMP)	9,2 x 10 <sup>2</sup>	NMP/100 mL	APHA 9221 B (***) (*)
Coliformes Termotolerantes (NMP)	7,80	NMP/100 mL	APHA 9221 E (Ítem 1) (***) (*)

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

- (\*\*\*) Los resultados de Coliformes Totales (NMP) y Coliformes Termotolerantes (NMP) son referenciales, porque no cumplen con los requisitos de control de calidad. Se efectuó el análisis a solicitud del cliente.

Lima, 12 de Marzo de 2 021.

**EQUAS S.A.**  
  
Ing. Eusebio Victor Córdor Evaristo  
Gerente General



*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Director Gerente – EQUAS S.A.*

*Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.*

*Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimemente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.*

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00  
Fecha: 17-10-2 019

Dirección de Laboratorio: Mz. 1 Lote 74, Urb. Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 2 de 3

Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 12.** Resultados de la caracterización del agua cruda de la quebrada Ahuashiyacu (Hoja 3: 3)



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



**INFORME DE ENSAYO N° A0101/21**

**Solicitante** : NEDITH SAAVEDRA GARCÍA  
**Dirección** : Tarapoto – San Martín

**Procedencia** : TARAPOTO – PLANTA DE TRATAMIENTO AHUASHIYACU  
**Distrito:** Banda de Shilcayo - **Provincia:** San Martín -  
**Departamento:** San Martín

**Matriz de la Muestra** : Agua Superficial

Fecha de Muestreo : 08 - Marzo - 2 021  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Marzo - 2 021 / 17:15 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 11 al 12 - Marzo - 2 021

Código Interno: L0101/21

PARÁMETROS	0101-3 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M1 - 3 <sup>(b)</sup> (08:05 h)		
<b>Metal Total</b>			
Aluminio (Al)	0,148	mg/L	APHA 3111 D

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.

Lima, 12 de Marzo de 2 021.

**EQUAS S.A.**  
*Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo*  
Gerente General



*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Director Gerente – EQUAS S.A.*

*Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.*

*Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.*

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00  
Fecha: 17-10-2 019

Dirección de Laboratorio: Mz. 1 Lote 74, Urb. Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 3 de 3

Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 13.** Resultados de la caracterización del agua tratada con Sulfato de Aluminio y Almidón de yuca como coadyuvante (Hoja 1: 3)



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



**INFORME DE ENSAYO N° A0102/21**

**Solicitante** : NEDITH SAAVEDRA GARCÍA  
**Dirección** : Tarapoto – San Martín

**Procedencia** : TARAPOTO – LABORATORIO EMAPA  
**Distrito:** Tarapoto - **Provincia:** San Martín –  
**Departamento:** San Martín

**Matriz de la Muestra** : Agua Superficial

Fecha de Muestreo : 08 - Marzo - 2 021  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Marzo - 2 021 / 17:15 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 11 al 12 - Marzo - 2 021

Código Interno: L0102/21

PARÁMETROS	0102-1 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M2 - 1 <sup>(b)</sup>		
<b>Metal Total</b>			
Aluminio (Al)	0,12	mg/L	APHA 3111 D

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.

Lima, 12 de Marzo de 2 021.

**EQUAS S.A.**  
  
**Ing. Eusebio Victor Córdor Evaristo**  
Gerente General



*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Director Gerente – EQUAS S.A.*

*Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.*

*Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimemente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.*

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00  
Fecha: 17-10-2 019

Dirección de Laboratorio: Mz. 1 Lote 74, Urb. Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 1 de 3

Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 14.** Resultados de la caracterización del agua tratada con Sulfato de Aluminio y Almidón de yuca como coadyuvante (Hoja 2: 3)



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



**INFORME DE ENSAYO N° A0102/21**

**Solicitante** : NEDITH SAAVEDRA GARCÍA  
**Dirección** : Tarapoto – San Martín

**Procedencia** : TARAPOTO – LABORATORIO EMAPA  
**Distrito:** Tarapoto - **Provincia:** San Martín –  
**Departamento:** San Martín

**Matriz de la Muestra** : Agua Superficial

Fecha de Muestreo : 08 - Marzo - 2 021  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Marzo - 2 021 / 17:15 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo: 11 al 12 - Marzo - 2 021

Código Interno: L0102/21

PARÁMETROS	0102-2 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M2 - 2 <sup>(b)</sup>		
Color Verdadero	13,00	UC	APHA 2120 C (***) (*)
Conductividad Eléctrica	120,50	µmho/cm	APHA 2510 B
Turbidez	4,02	NTU	APHA 2130 B (***) (*)
pH	6,87	Unidad de pH	APHA 4500-H* B (***) (*)

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

- (\*\*\*) Los resultados de Color Verdadero, Turbidez y pH son referenciales, porque no cumplen con los requisitos de control de calidad. Se efectuó el análisis a solicitud del cliente.

Lima, 12 de Marzo de 2 021.

**EQUAS S.A.**  
  
**Ing. Eusebio Victor Córdor Evaristo**  
Gerente General



*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Director Gerente – EQUAS S.A.*

*Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.*

*Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.*

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00  
Fecha: 17-10-2 019

Dirección de Laboratorio: Mz. 1 Lote 74, Urb. Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 2 de 3

Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 15.** Resultados de la caracterización del agua tratada con Sulfato de Aluminio y Almidón de yuca como coadyuvante (Hoja 3: 3)



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL - DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



**INFORME DE ENSAYO N° A0102/21**

**Solicitante** : NEDITH SAAVEDRA GARCÍA  
**Dirección** : Tarapoto – San Martín

**Procedencia** : TARAPOTO – LABORATORIO EMAPA  
**Distrito:** Tarapoto - Provincia: San Martín –  
**Departamento:** San Martín

**Matriz de la Muestra** : Agua Superficial

Fecha de Muestreo : 08 - Marzo - 2 021  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante

Fecha y Hora de Recepción : 10 - Marzo - 2 021 / 17:15 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 11 al 12 - Marzo - 2 021

Código Interno: L0102/21

PARÁMETROS	0102-3 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	M2 - 3 <sup>(b)</sup>		
<b>Microbiológicos</b>			
Coliformes Totales (NMP)	6,8	NMP/100 mL	APHA 9221 B (***) (*)
Coliformes Termotolerantes (NMP)	<1,8	NMP/100 mL	APHA 9221 E (Ítem 1) (***) (*)

(<sup>a</sup>) Código de Laboratorio

(<sup>b</sup>) Código del Solicitante

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

- STANDAR METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

- (\*\*\*) Los resultados de Coliformes Totales (NMP) y Coliformes Termotolerantes (NMP) son referenciales, porque no cumplen con los requisitos de control de calidad. Se efectuó el análisis a solicitud del cliente.

Lima, 12 de Marzo de 2 021.

**EQUAS S.A.**  
  
Ing. Eusebio Victor Córdor Evaristo  
Gerente General



*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Director Gerente – EQUAS S.A.*

*Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.*

*Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.*

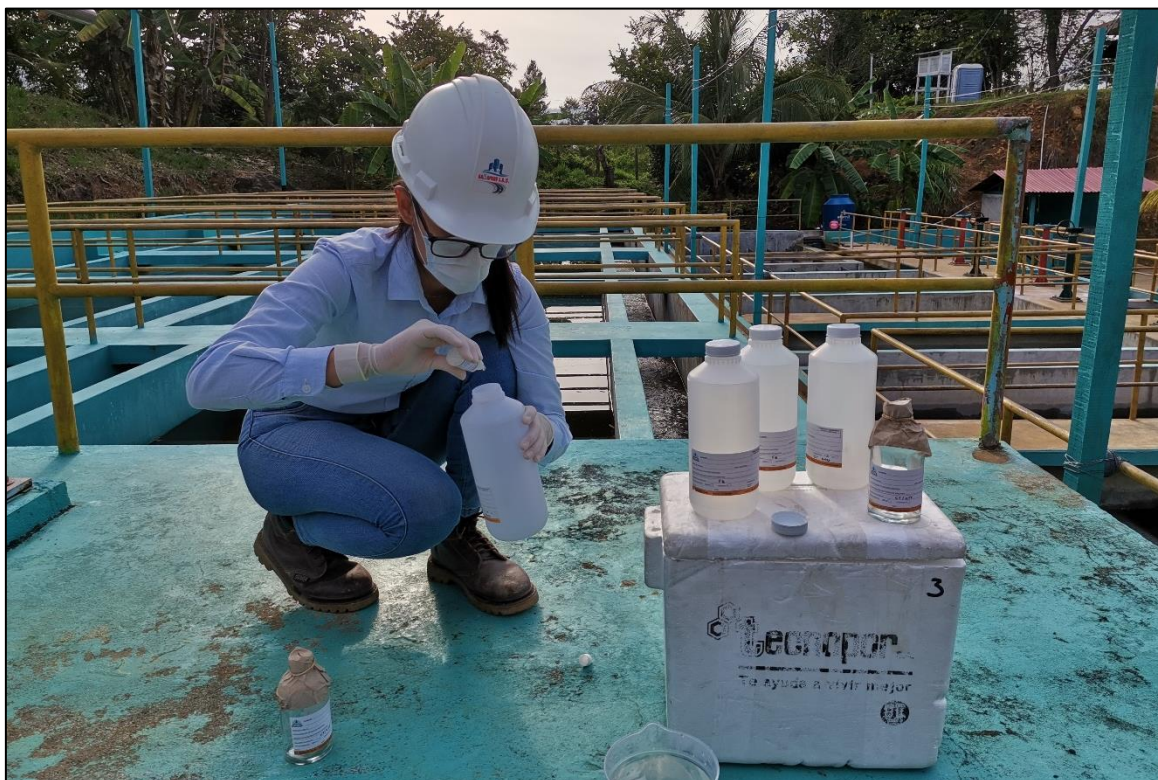
Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00  
Fecha: 17-10-2 019

Dirección de Laboratorio: Mz. 1 Lote 74, Urb. Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 3 de 3

Fuente: Copia del documento original, 2021.

**Anexo 16. Panel fotográfico como evidencia de las actividades desarrolladas.**



**Adición de los preservantes a los frascos contenedores de la muestra**

*Fuente: Elaboración propia, 2021.*



**Muestreo de agua en la entrada a la planta de tratamiento**

*Fuente: Elaboración propia, 2021.*

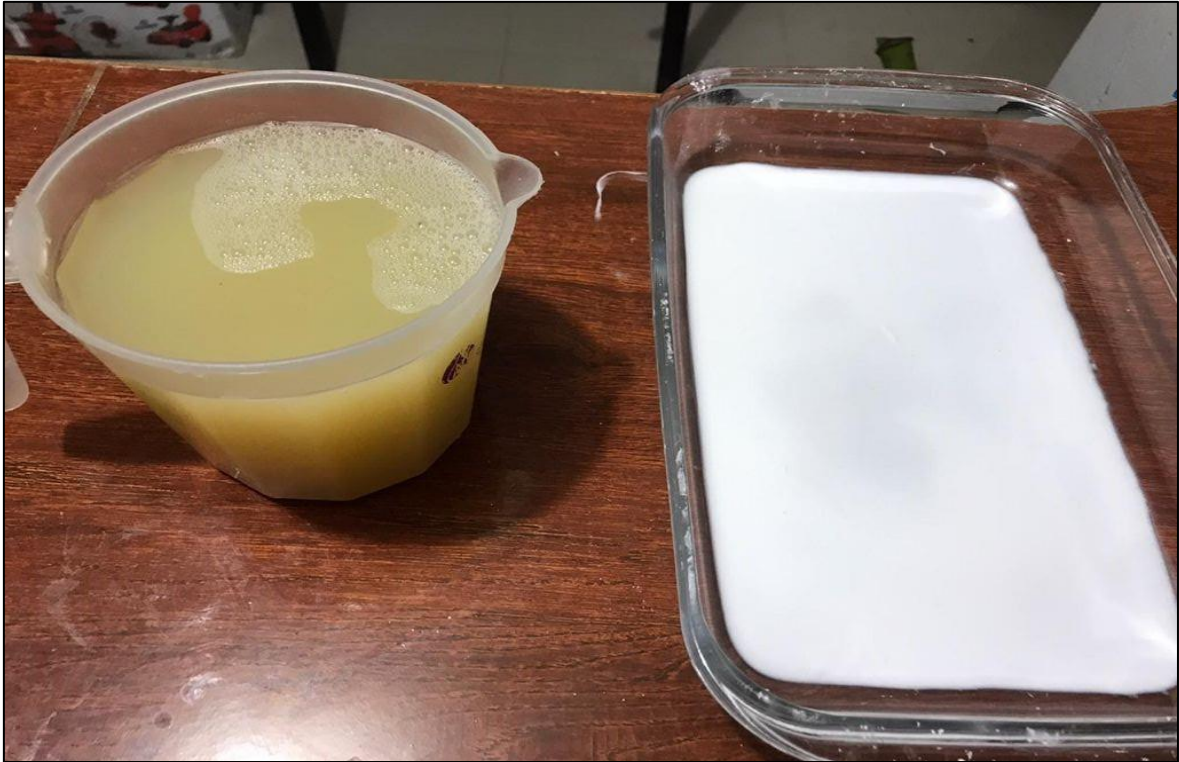


**Proceso de rallado en la obtención del almidón**  
*Fuente: Elaboración propia, 2021.*



**Proceso de pesado el contenido rallado en la obtención del almidón**  
*Fuente: Elaboración propia, 2021.*





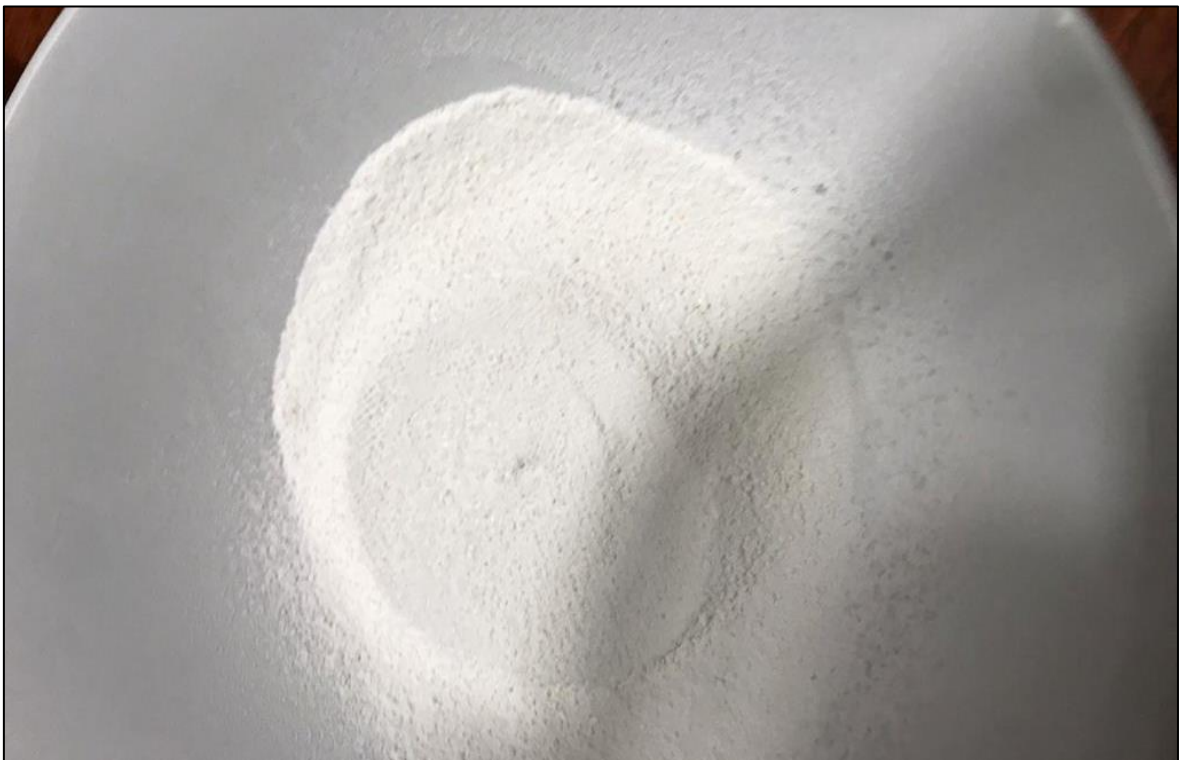
**Proceso de sedimentado en la obtención del almidón**  
*Fuente: Elaboración propia, 2021.*



**Proceso de secado en la obtención del almidón**  
*Fuente: Elaboración propia, 2021.*



**Proceso de tamizado en la obtención del almidón**  
*Fuente: Elaboración propia, 2021.*



**Almidón tamizado y libre de humedad.**  
*Fuente: Elaboración propia, 2021.*



**Determinación másica del coagulante y el coadyuvante**  
*Fuente: Elaboración propia, 2021.*



**Adición de la muestra bruta a cada una de las jarras del Test**  
*Fuente: Elaboración propia, 2021.*



**Solución coagulante y solución coadyuvante antes del ensayo**

*Fuente: Elaboración propia, 2021*



**Ensayo de test de jarras concluido, aplicación de coagulante y coadyuvante**

*Fuente: Elaboración propia, 2021.*